SYSTEMY ALARMOWE

7/96

3 zł 90 gr (39 000 zł)

lipiec 1996

ELEKTRONIKA dla wszystkich

▼ Timer

▼ Podsłuchiwacz szeptów

▼ Temat konkursowy

Centralka alarmowa

Wakacje z EdW w plecaku

- Falownica napięcia
- Moduł podtrzymania pamięci do sterownika AVT2047
- Wzmacniacz mocy na TDA1516Q

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1608

Cd. ze str. 4

Marek Bis z Lublina pisze między innymi:
Brawo!!! Właśnie takie pismo od dawna było potrzebne na naszym rynku. Zajmuję się elektroniką amatorsko i kilka układów już zmajstrowałem. Cieszy mnie to, że Wasze artykuły są pisane przystępnie, i co ważne jest tu maksymalnie mało "matematyki". Brakuje mi natomiast artykułów z dziedziny elektroakustyki. Chciałbym np. wiedzieć, w jaki sposób są "czyszczone" stare nagrania analogowe z taśm lub płyt, których potem słuchamy z "compactu". Może dysponujecie Państwo jakimś niezbyt skomplikowanym układem? Układy prezentowane w Waszych artykułach są projektowane bardzo przejrzyście i co najważniejsze, przy zachowaniu prawidłowego montażu, pracują praktycznie bez uruchomiania. Napotkałem jednak w swoich pracach kłopoty np. z wycinaniem szczelin w obudowach pod potencjometry suwakowe. (...) Czy mogliby Państwo opublikować lub mi przesłać schemat miksera "REGIE 2000" stereo, produkcji byłej NRD?
Na ostatnie pytanie odpowiadamy, że w redakcyjnych zbiorach nie mamy schematu tego miksera, ale może ktoś z Czytelników może przesłać takowy schemat na nasz adres.
Marek poruszył w swym liście dwa ważne tematy. Sprawa "czyszczenia" starych nagrań nie jest taka prosta. Dziś wykorzystuje się do tego bardzo złożone i drogie systemy cyfrowe, gdzie dźwięk jest najpierw zamieniany na postać cyfrową, a potem obrabiany za pomocą odpowiednich programów. Bardzo często jest to żmudna, wręcz ręczna praca, żeby z zaszumionego sygnału wyłowić wszystkie użyteczne składowe. Takich cyfrowych urządzeń na pewno nie będziemy proponować Czytelnikom EdW.
Inną, prostszą drogą jest użycie różnych urządzeń analogowych, na przykład układu dynamicznej redukcji szumu DNR, wielopunktowego equalizera, ekspandora czy bramki szumu. Trzy pierwsze wymienione układy zostały opublikowane na łamach siostrzanej Elektroniki Praktycznej. Tamże w najbliższych miesiącach ukaże się opis praktycznej bramki szumu z układem NE572.
Z wymienionych modułów można złożyć ciekawy zestaw do odszumiania starych nagrań. Jednak nie jest to zadanie dla zupełnie początkujących. Dlatego też wymienione moduły trafiają do EP, a nie do EdW. Jeśli jednak nasi Czytelnicy są zainteresowani budową podobnego układu rozbudowanego procesora dźwięku, prosimy o listy - na pewno spełnimy wtedy Wasze oczekiwania i przedstawimy stosowne urządzenie. Chcielibyśmy tylko wiedzieć, czy nie jest to temat zbyt trudny, i ewentualnie jakie funkcje powinno spełniać takie urządzenie.
Równie ważnym tematem jest sprawa obróbki mechanicznej obudów do konstruowanych urządzeń. Z doświadczenia wiemy, że jest to powszechna, może nawet największa zmora, wszystkich elektroników. Niestety, nie ma tu dobrych i tanich rozwiązań - póki co, jedynym wyjściem jest wykonanie wszystkich niezbędnych otworów i wycięć we własnym zakresie. Musimy więc ćwiczyć swoją cierpliwość.

Mieczysław Hucał z Legnicy ma kilka pytań odnośnie zastosowania układów UM3758 zamiast UM3750 w układzie strzelnicy świetlnej przedstawionej w EdW5/96.
1. Układ UM3758-120A jest odpowiednikiem pin-to-pin (nóżka w nóżkę) kostki UM3750. Nowszy układ UM3758-120A ma jednak znacznie więcej kombinacji kodowych (3^{12}), rozróżnia bowiem trzy stany na wejściach adresowych: niski, wysoki i nóżka niepodłączona.
W świetle dostępnych informacji katalogowych można więc bez żadnych zmian w układzie stosować kostkę UM3758-120A.
2. Układ UM3758-180A ma identyczne funkcje, tylko posiada 18 (a nie 12) wejść adresowych (programujących). Umieszczony jest w obudowie DIP24.
Oprócz tego firma UMC oferuje kostki UM3758-108A/B (UM3758-084A/B).
Umożliwiają one transmisję danych pod odpowiedni adres. Wtedy pierwsze 10 (8) przesyłanych bitów określa adres, a następnych 8 (4) - dane. Wersja z literą A ma na wyjściu latch (zatrzask pamięciowy), w wersji B dane wyjściowe pojawiają się tylko na chwilę.

Cd. na str. 31

Cd. ze str. 24

Natomiast **Ryszard Piotrowicz** z Brzeska pisze:
Nie wiem, w imieniu ilu tysięcy wiernych Czytelników EdW pragnę podziękować p. Piotrowi Góreckiemu za serię "Easytrax". To naprawdę rarytas. Do tej pory nikt tak dokładnie i tak dostępnie nie prowadził tego zagadnienia. (...)
Dziękujemy za wyrazy uznania! Jednak cykl "Easytrax" niedługo się skończy. Mamy więc do Was pytanie: jeśli chcielibyście w podobny sposób poznać inny "elektroniczny" program, napiszcie jaki to miałby być program. Najlepiej byłoby, gdyby podobie jak w przypadku Easytraxa, w ofercie freeware'owej lub sharewareowej dostępna była jakaś sensowna wersja demonstracyjna, lub lepiej użytkowa. Napiszcie koniecznie na ten temat. My wstępnie zastanawiamy się, czy nie powinien to być program PSPICE, służący do komputerowej symulacji układów analogowych (i nie tylko).

Andrzej, nasz stały Czytelnik przysłał list zaczynający się od słów:
Chcę ostrzec Czytelników "EdW" przed zakupem czegokolwiek u niejakiego M. K. zamieszkałego w S., który, jak wynika z moich przykrych doświadczeń, jest pospolitym cwaniaczkiem-naciągaczem.
Za cenę prawie 400.000 zł przysyła 5 kartek kiepskiej jakości kserokopii z hiszpańskiego czasopisma - zresztą tylko luźno tematycznie związanych z oferowanymi w ogłoszeniu materiałami. Wstyd się przyznać, ale sam padłem ofiarą tego naciągacza. Oczywiście nie otrzymałem za te pieniądze żadnej wartości kartki z żądaniem zwrotu pieniędzy lub przysłaniem zamówionych materiałów. Oczywiście nie otrzymałem ani jednego, ani drugiego. Uwaga, naciągacz może podawać w ogłoszeniu inne nazwisko, adres jakiegoś wuja czy szwagra, dlatego najlepiej nie kupować niczego za pośrednictwem poczty w S.
P.S. Nazwisko i adres tylko do wiadomości Redakcji. Nie chcę skompromitować się w swoim środowisku jako "naiwniak".
Jest to pierwszy tak gorzki list w naszej Poczcie. Tym razem nie podajemy "namiarów" na naciągacza. Jak zapewne zauważyliście, podstawową dewizą EdW jest uczciwość. Stąd choćby rubryka Errare humanum est. Jesteśmy przekonani, że współpracująca z Redakcją firma handlowa AVT prezentuje nieporównanie wyższy poziom usług. Nie jesteśmy jednak w stanie sprawdzić rzetelności ofert z rubryki Giełda.
Jeśli jednak padniecie ofiarą naciągacza, reklamującego się w naszej Giełdzie - piszcie natychmiast do Redakcji.

Ważne zagadnienie poruszył **Tomasz Kobisz** z Nowej Rudy: *(...) jak wydrukować ładną i estetyczną płytę czołową. W opisie regulatora temperatury podaliście następujący sposób. Wydrukowany był wzór płyty czołowej (błędem było umieszczenie częściowo szarego tła - kserokopiarki bardzo brzydko odbijają odcienie szarości). Wzór ten należało przenieść przy pomocy kserokopiarki na folię samoprzylepną (punkty usługowe ksero nie chcą odbijać na innych materiałach niż papier xerograficzny). Następnie po przyklejeniu folii całość polakierować.*
Metoda dość dobra, gdyby nie zmagania z punktami usługowymi ksero i gdyby nie te szare punkty - ale i tak fakt, że umieściliście taki wzór zasługuje na duże brawa. Dodam, że nie posiadam komputera i nie mam dostępu do żadnego PC-ta.
Bardzo dziękujemy Ci, Tomku, za praktyczne uwagi. W następnych rysunkach płyt czołowych publikowanych w EdW będziemy unikać odcieni szarości. Jak informowaliśmy, nabywcy zestawów AVT będą otrzymywać wydruki komputerowe rysunku płyty czołowej, wykonane na papierze samoprzylepnym.
Ale przecież Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo, więc zwracamy się do Was wszystkich z apelem: jeśli macie jakieś praktyczne doświadczenia w tym zakresie, podzielcie się nimi z Czytelnikami EdW. Wartościowe listy możemy zaprezentować w płatnym dziale Forum Czytelników, albo też zaprezentować i nagrodzić co celniejsze pomysły w rubryce Poczta. Napiszcie więc, jak sobie radzicie z płytami czołowymi.
Tomasz pyta jeszcze o naszą opinię na temat lutownic gazowych. Lutownice takie są naprawdę nowoczesnymi narzędziami i dobrze sprawują się w warunkach polowych, gdzie nie ma prądu. Natomiast do normalnej pracy w pracowni zdecydowanie lepsze są lutownice elektryczne, zwłaszcza te wyższej klasy ze stabilizacją temperatury.
Jednak temat lutownic gazowych jest na tyle ciekawy, że zachęcamy każdego, kto finansowo może sobie pozwolić na taki wydatek, do wzbogacenia swojego zestawu narzędzi o lutownicę gazową.

W rubryce "Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt między Redakcją, a Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią "Poczty" jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego. To stworzenie, jak wiadomo, gnieździ się w redakcjach, w drukarniach i ciemną nocą robi różne dowcipy. Nasz nawet umie obsługiwać komputer. Przyznajmy uczciwie, że nie wszystki błędy możemy zwalić na chochlika. Tak naprawdę, to zawsze winni są ludzie - wiadomo jednak, że nie myli się ten tylko, kto nic nie robi, czyli "Errare humanum est". Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Wszystkim, którzy do nas napisali, dziękujemy za wyrazy życzliwości i pozdrowienia.

Dziękujemy naszym niezawodnym Czytelnikom za listy. Niestety nie możemy szczegółowo odpowiedzieć na wszystkie i nie wszystkie prośby możemy zrealizować. Jednak bardzo cenimy wszystkie Wasze uwagi. Piszcie więc o wszystkich sprawach dotyczących elektroniki i EdW.

Przy okazji prosimy, żebyście do ogłoszeń w Giełdzie używali oryginalnych blankietów z EdW.

Wyjaśniamy:

- Szczegółowe informacje o podzespołach dostępnych w AVT w sprzedaży wysyłkowej można znaleźć na kilkunastostronicowej wkładce dołączanej do każdego numeru Elektroniki Praktycznej.
- Wyprowadzenia tranzystora polowego BS170 (a także BS107) rozmieszczone są analogicznie jak zwykłych tranzystorów BC547. W środku jest bramka, emiterowi odpowiada źródło, a kolektorowi - dren. Jest to wygodne i sensowne rozwiązanie, ponieważ w niektórych sytuacjach można zastąpić tranzystory bipolarne tranzystorami polowymi MOSFET, i wtedy wymienione typy MOSFETów można lutować w istniejące otwory w płytce drukowanej.

Pozdrawiamy Piotra Jakubowskiego z Jasionki, Jana Marchuta z Niska, Mariusza Wieczorka z Pobiedzisk, Piotra Siwika z Gdańska.

Rafał ze Szczecina przysłał obszerny, rzeczowy i interesujący list, w którym podzielił się swoimi wrażeniami i propozycjami dotyczącymi między innymi naszego czasopisma. Dardzo dziękujemy za przedstawione uwagi dotyczące naszej działalności. Jesteśmy pokrzepieni słowami wsparcia.

Ponieważ w tym miesiącu nie otrzymaliśmy żadnych listów wskazujących na błędy w ostatnim numerze EdW, nagrodę niespodziankę przeznaczamy właśnie dla Rafała, chcąc choć w ten sposób podziękować mu za interesujący list.

Jacek Rozmus z Krakowa chciałby znaleźć na łamach EdW opis przystawki cęgowej do dowolnego multimetru cyfrowego, za pomocą której można mierzyć prąd stały, na przykład przy pracującym rozruszniku samochodowym. Pyta, czy jest możliwość opracowania takiej przystawki i w oparciu o jakie układy.

Zazwyczaj do takich pomiarów wykorzystuje się hallotrony - elementy do pomiaru pola magnetycznego (stałego i zmiennego). W sumie podstawowym problemem jest wykonanie części mechanicznej zawierającej obwód magnetyczny. Chętnie przedstawilibyśmy taką przystawkę, ale na przeszkodzie stoi brak "możliwości przerobowych" naszych konstruktorów. Redaktor Piotr Górecki planuje zająć się tym tematem od dawna, ale projekt ciągle spada z planu, wyparty przez bieżące zadania nie cierpiące zwłoki. Jeśli ktoś z naszych bardziej zaawansowanych Czytelników czuje problem i chce się zmierzyć z tym ciekawym tematem, prosimy o stosowne listy pod adresem Redakcji EdW. Udostępnimy odbitki karty katalogowej hallotronu (w jęz. ang. i niem.), a po wstępnym zaopiniowanu rozwiązania przedstawionego na papierze możemy nieodpłatnie udostępnić także sam hallotron KSY14 produkcji Siemensa. Nie przedstawiamy tej propozycji w ramach Szkoły Konstruktorów, ponieważ jest to problem zbyt trudny dla ogółu Czytelników.

Sławomir Kuś z Zagórnika nietypowo zaczął swój list:

Szanowne Grono Pedagogiczne! Nigdy nie pisałem do żadnej gazety, ale do Was muszę. "Elektronika dla Wszystkich" to najlepsze czasopismo w powojennej Polsce. Jeśli chciałbym w niej coś zmienić, to rozszerzyłbym rubrykę "Listy od Piotra", nawet kosztem zwiększenia ceny. (...)

Przesyłam pozdrowienia i życzenia mnóstwa sukcesów w szerzeniu oświaty, i zadowolenia z redagowania naszego wspólnego pisma.

P.S. Nie dopuśćcie, błagam, aby EdW pewnego dnia zniknęła. To byłaby tragedia!

Zenon Praski z Sosnowca napisał:

Drogi Panie Profesorze! Trudno mi wyrazić słowami radość i uznanie dla Pana i całego zespołu redakcyjnego za "Elektronikę dla Wszystkich". To test to, na co oczekiwałem od dawna. Najchętniej wyściskałbym Was wszystkich za tak wspaniały prezent.

Jestem ubogim emerytem, już po 60-tce. Nie najlepszy stan zdrowia zmusza mnie do spędzania dużej ilości wolnego czasu w zaciszu domowym. Elektronika pociągała mnie od dawna, ale interesuję się nią intensywnie dopiero od kilkunastu miesięcy. Zorganizowałem sobie przytulny warsztacik, zgromadziłem trochę narzędzi, kilka przyrządów, trochę literatury. Przy pomocy tego wszystkiego przywracam do życia nadgryzione zębem czasu odbiorniki radiowe i telewizory najbliższym sąsiadom i znajomym. W świecie elektroniki poruszam się jednak po omacku, brak mi bowiem uporządkowanych elementarnych jej podstaw.

Bardzo dziękujemy za miłe słowa! Naprawdę się cieszymy, że mamy takich Czytelników jak Pan Zenon.

Odnośnie dalszej części listu, to planujemy opublikować artykuł na temat praktycznej obsługi oscyloskopu. Jednak z treści listu wynika, że jest Pan posiadaczem nie oscyloskopu, a miernika umożliwiającego pomiar charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych, zawierającego przestrajany (wobulowany) generator i blok pomiarowy ze wskaźnikiem w postaci lampy oscyloskopowej. Z uwagi na fakt, że "Indikator amplitudno-czastotnych charakteristik TEST" produkcji ZSRR jest urządzeniem mało popularnym, nie możemy omawiać go szeroko na łamach EdW. Ale może ktoś miałby instrukcję do takiego przyrządu - może mógłby pomóc pisząc pod adres:

Zenon Praski, kolonia Cieśle 58, 42-544 Sosnowiec-Maczki

Podobną prośbę przedstawiamy w imieniu **Edwarda Wiśniowskiego** z Nowego Sącza: poszukuje on układu scalonego prod. ZSRR typu KMP203KP1 (do przyrządu pomiarowego 43101), lub przynajmniej schematu wewnętrznego tego układu.

Edward Wiśniowski, ul Barska 6A/17, 33-300 Nowy Sącz

Adam Sieńko z Suwałk przysłał list z kilkoma propozycjami układowymi. Choć propozycje Adama, nie zostały zakwalifikowane do publikacji w EdW, życzymy Autorowi sukcesów w elektronice. Nie próbuj jednak budować z pojedynczych elementów odpowiedników układów scalonych, lepiej skoncentruj się na rozwiązywaniu praktycznych problemów, choćby podawanych w Szkole Konstruktorów.

Cd. na str. 24

by się zamienić na energię elektryczną.

Bardzo interesujący list przysłał **Mariusz Tomecki** z Bytomia. Mariusz jest z zawodu elektromonterem, ale ciągle coś robi w swej maleńkiej pracowni elektronicznej. Dziękujemy za ciekawe uwagi. Odpowiadamy na pytania.

1. Nie zamieszczamy i nie będziemy zamieszczać wzorów na obliczanie uzwojeń transformatorów sieciowych. Współczesne wymagania dotyczące bezpieczeństwa wymagają na przykład, żeby gotowy transformator wytrzymał napięcie probiercze równe 4000V między uzwojeniami pierwotnym i wtórnym. Przy samodzielnym nawijaniu i montażu nie ma gwarancji, że wymaganie to zostanie spełnione. Nadal więc w miarę możliwości będziemy proponować użycie gotowych fabrycznych zasilaczy posiadających wymagane atesty.
2. Chętnie zamieszczalibyśmy w EdW artykuły na temat zdalnego sterowania i łączności drogą radiową. Ich brak spowodowany jest prozaiczną przyczyną - wśród współpracujących konstruktorów nie mamy osoby, która mogłaby się systematycznie i, co najważniejsze, przystępnie zająć się tym tematem.
3. Zwykły odbiornik radiowy można od biedy przerobić na pasmo CB, ale w praktyce się tego nie stosuje. Lepiej zaoszczędzić trochę pieniędzy i kupić na giełdzie jakiś nowy czy używany radiotelefon CB.

Stanisław Radoszewski z Włocławka pyta o źródła zasilania i oświetlenia rezerwowego w domu, na kempingu itp.
Zastosowanie dynama rowerowego czy innej prądnicy może być dobrym rozwiązaniem, gdy niewielka moc (kilka watów) potrzebna jest przez krótki okres czasu. Na bazarach można niekiedy kupić od handlarzy ze Wschodu latarki z prądnicą, nie zawierające baterii.
Jednak gdy przez dłuższy czas potrzebna jest większa moc, pozostają tylko akumulatory o odpowiedniej pojemności i ewentualnie przetwornice zamieniające prąd stały 12V na napięcie przemienne 220V. Jeszcze lepszym rozwiązaniem jest użycie agregatu prądotwórczego 220V, napędzanego silnikiem spalinowym. Oba ostatnie rozwiązania są dość kosztowne, jednak w tej dziedzinie nie ma innych, naprawdę praktycznych rozwiązań. Jeśli ktoś jest tym tematem poważnie zainteresowany, a niezbyt zasobny finansowo, powinien poszukać odpowiedniego sprzętu pochodzącego na przykład z wojskowego demobilu czy z likwidowanych zakładów przemysłowych. Natomiast "kombinowanie" jakiś urzadzeń parowych, na sprężynę, z ciężarkami, czy z kołem rowerowym chyba nie ma żadnego praktycznego uzasadnienia. Po prostu takie proste rozwiązania (z wyjątkiem turbiny wodnej czy wiatrowej), nie gwarantują dostarczenia do prądnicy odpowiedniej ilości energii mechanicznej, która miała-

Master PDF Editor

ERRARE HUMANUM EST

W kwietniowym numerze EdW nasi Czytelnicy wytropili kilka drobnych błędów. Prosimy w swoich egzemplarzach wprowadzić następujące zmiany:

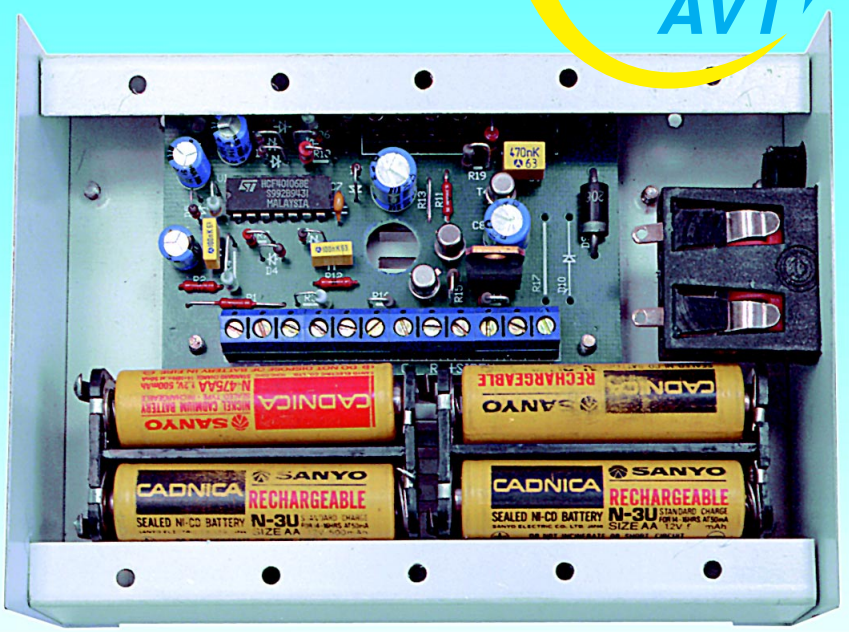
- Na schemacie ideowym monitora napięcia sieci (rys.1 str.11) błędnie opisano kondensator C2. Jego wartość, jak słusznie podano w spisie elementów, wynosi 1µF.
- Na rysunku 4.8 na str. 22 omyłkowo niepotrzebnie połączono wyjście wzmacniacza (generatora) z dodatnią szyną zasilającą.
- Na rysunku 2 ze str. 25 jeden z kondensatorów oznaczonych C2 (dolny) powinien mieć oznaczenie C3 - por. wykaz elementów.
- Na stronie 28, tuż nad rysunkiem 1, błędnie zdefiniowano wzmocnienie. Oczywiście zdanie to powinno brzmieć: “Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza jest stosunkiem napięcia na wyjściu do napięcia na jego wejściu...
- Rysunek 1 na stronie 47 powinien być zatytułowany “Schemat ideowy odbiornika”.
- W ofercie kitów Vellemana na str. 60 błędnie podano, że “Elektroniczny pies” został opisany w EdW 3/96 - tymczasem opisano go właśnie w EdW 4/96 na str. 34.

Creation Master PDF Editor

Centralka alarmowa

kit 2109 AVT

Projekt centralki powstał dzięki listom Czytelników, którzy dopominają się o prezentowanie na łamach EdW różnorodnych urządzeń alarmowych. Oczywiście mało zaawansowany hobbysta nie jest w stanie zbudować urządzeń, które stanowiłyby konkurencję dla najlepszych wyrobów profesjonalnych, ale z powodzeniem może wykonać prostsze zabezpieczenia swojego domu, samochodu czy garażu. Opisywane dalej rozwiązanie pokazuje, jak w prosty sposób można zabezpieczyć obiekt. Urządzenie zostało opracowane i przetestowane w laboratorium AVT.



Przed zapoznaniem się z opisem centralki należy zaznajomić się z treścią artykułu "Urządzenia alarmowe" w tym numerze EdW, gdzie przedstawiono ogólne wymagania, założenia i sposoby realizacji systemów alarmowych.

Przedstawione w artykule rozwiązanie jest przykładem, jak z kilku popularnych elementów można zbudować funkcjonalną centralkę alarmową spełniającą znaczną ilość pożytecznych funkcji.

Schemat blokowy urządzenia pokazany jest na **rysunku 1**.

System może być zasilany z zasilacza sieciowego o napięciu w granicach 6...16V, a ponadto, jak wszystkie urządzenia alarmowe, ma możliwość zasilania rezerwowego z akumulatora lub baterii. Znikomy pobór prądu w stanie czuwania pozwala zastosować w roli baterii rezerwowej nawet popularne paluszki R6.

Centralka przeznaczona jest do prostych systemów i ma dwie linie dozorowe: natychmiastową L1 i zwłoczną L2. W stanie czuwania obwód każdej linii jest zamknięty, przez linię płynie niewielki prąd, rzędu ułamka miliampera. Przerwanie którejkolwiek linii dozorowej, na czas 0,3 sekundy lub więcej, wywoła alarm.

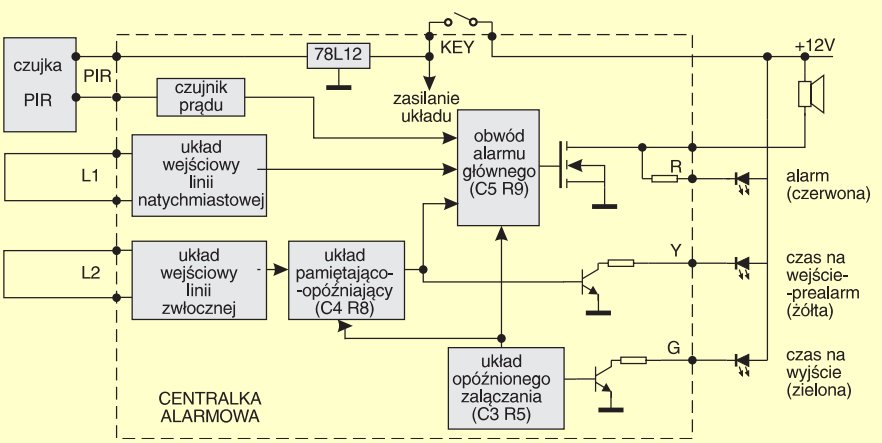
Dodatkowo przewidziano oddzielne wejście oznaczone PIR, które może współpracować z czujnikiem podczerwieni pasywnej (i nie tylko), i to przy wykorzystaniu linii dwużyłowej, a nie jak w klasycznych systemach trzy-, czteroczy sześciożyłowej.

Elementem wykonawczym wyjścia głównego jest tranzystor mocy MOSFET. Umożliwia to bezpośrednie dołączenie wszelkich sygnalizatorów (syren) o napięciu pracy 12V lub zewnętrznego przekaźnika.

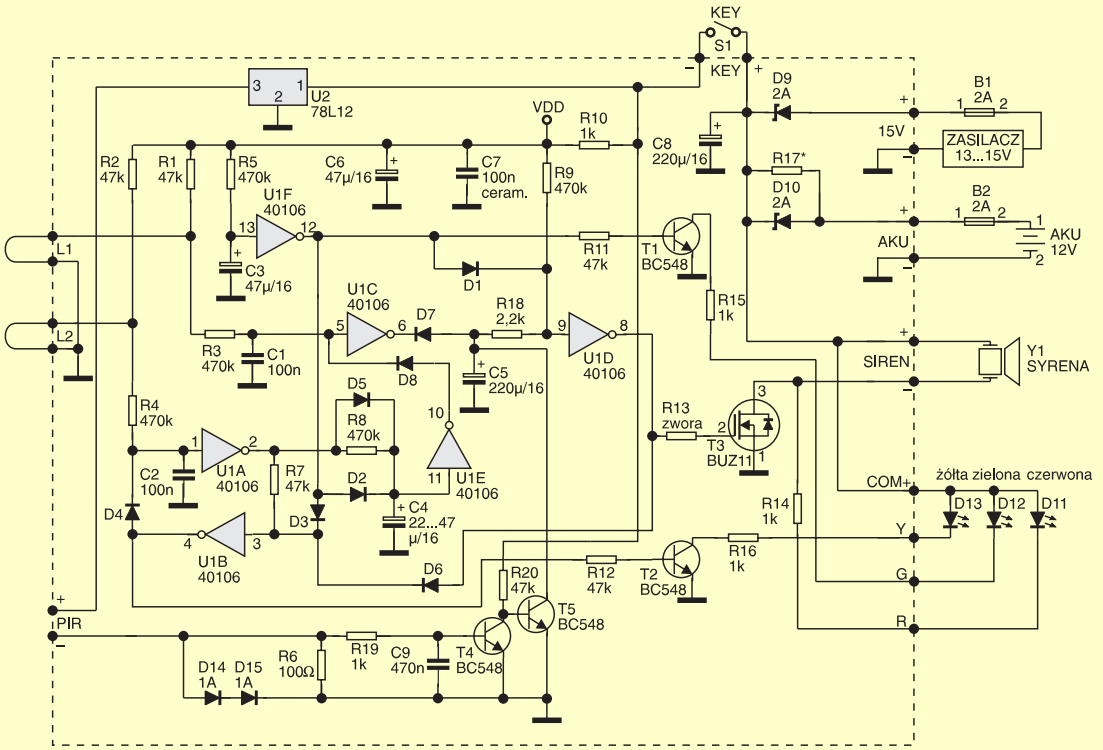
Dodatkowo centralka ma trzy wyjścia pomocnicze, sygnalizujące stan alarmu, stan prealarmu (naruszenie linii zwłocznej) oraz stan opóźnienia przy włączaniu.

Włączanie i wyłączanie centralki odbywa się za pośrednictwem pojedyncze-

- prosta budowa
- bardzo niski koszt
- 2 linie dozorowe: zwłoczna i natychmiastowa
- oddzielne wejście do współpracy z czujką PIR
- możliwość współpracy z różnymi typami czujników
- znikomy pobór prądu w stanie czuwania
- rezerwowe zasilanie
- 3 wyjścia sygnalizacyjne (w tym prealarm)
- 1 wyjście dużej mocy



Rys. 1. Schemat blokowy centralki alarmowej.



Rys. 2. Schemat ideowy centralki alarmowej.

go styku oznaczonego na schemacie KEY. Może to być wyłącznik ukryty w miejscu znanym tylko właścicielowi, lub jakikolwiek klucz elektroniczny. Różne możliwości sterowania omówione są w końcowej części artykułu.

W wersji podstawowej działanie systemu jest następujące:

Użytkownik wychodząc z chronionych pomieszczeń, włącza alarm zwierając klucz KEY, umieszczony wewnątrz obszaru chronionego. Po włączeniu klucza ma kilkadziesiąt sekund na wyjście - alarm nie zostaje włączony do stanu czuwania natychmiast, tylko po określonym czasie. Ten stan opóźnienia jest sygnalizowany świeceniem zielonej diody D12.

Po czasie opóźnienia "na wyjście" centralka przechodzi do stanu czuwania. Gaśnie zielona dioda LED i centralka pobiera w spoczynku znikomy prąd rzędu 0,5mA. Pozwala to na długotrwałą pracę nawet przy zastosowaniu niewielkich baterii zasilających.

Jeśli w stanie czuwania naruszona (przerwana) będzie choć na chwilę linia natychmiastowa L1, natychmiast zostanie włączona syrena alarmowa. Jeśli naruszenie będzie trwałe, syrena będzie włączona bez przerwy. Jeśli natomiast naruszenie było chwilowe i jednorazowe, syrena zostanie po kilku minutach wyłączona i układ powróci do stanu czuwania.

Gdy w stanie czuwania zostanie naruszona linia zwłoczna L2, zostanie włączona żółta dioda ostrzegawcza (i ewentualnie brzęczyk prealarmu). W tym czasie użytkownik powinien wyłączyć system kluczem KEY. Jeśli klucz KEY nie zostanie w ciągu kilkunastu sekund wyłączony, uruchomi się alarm główny i odezwie się syrena. Jeśli naruszenie linii będzie trwałe, alarm będzie ciągły. Jeśli naruszenie było chwilowe i jednorazowe, to podobnie jak przy naruszeniu linii natychmiastowej, syrena zostanie po kilku minutach wyłączona i układ powróci do stanu czuwania.

Analiza układu

Schemat ideowy urządzenia pokazany jest na **rysunku 2**. Sercem centralki jest popularny i tani układ scalony CMOS o oznaczeniu 40106, zawierający sześć inwerterów z histerezą (przerzutnik Schmitta).

W stanie czuwania klucz KEY jest zwarty i wszystkie układy centralki są zasilane.

Analizę układu można zacząć od natychmiastowej linii dozorowej L1.

W stanie czuwania przez linię płynie prąd o wartości określonej rezystancją R1 (około 0,3mA). Na zaciskach linii napięcie jest praktycznie równe zeru. To niskie napięcie podane na wejście bramki U1C wywołuje stan wysoki na wyjściu tejże bramki.

Gdy linia L1 zostanie naruszona (przerwana), napięcie na jej zaciskach wzrośnie do pełnego napięcia zasilającego. Napięcie to podane przez rezystor R3 na wejście bramki U1C, zmieni stan jej wyjścia na niski. Rezystor R3 wraz z kondensatorem C1 tworzą filtr, który nie pozwala by alarm został wywołany przez krótkie impulsowe zakłócenia, jakie mogłyby się indukować w długich przewodach linii.

W stanie spoczynku kondensator C5 jest naładowany do pełnego napięcia zasilającego przez rezystory R9 i R18.

Jeśli na wyjściu bramki U1C pojawi się stan niski, wtedy kondensator C5 zostanie rozładowany przez diodę D7. Stan niski na wejściu bramki U1D wywoła stan wysoki na jej wyjściu. Spowoduje to otwarcie głównego tranzystora wykonawczego T3.

Głównym elementem wykonawczym jest tranzystor mocy MOSFET typu BUZ10...11. Dzięki małej rezystancji w stanie włączenia, nawet przy prądzie obciążenia rzędu kilku amperów nie wymaga on stosowania radiatora. Zamiast tranzystora polowego można także zastosować bez jakichkolwiek przeróbek, zwykły tranzystor bipolarny, byle tylko miał on wystarczające wzmocnienie. W przypadku zastosowania tranzystora bipolarnego (np. typu Darlington), należy zastosować rezystor R13 o wartości odpowiedniej do pełnego wysterowania dołączonej syreny alarmowej. Gdy używany jest MOSFET, rezystor R13 należy zastąpić zworą.

Alarm trwać będzie przez cały czas naruszenia linii L1, a potem jeszcze przez czas ładowania kondensatora C5 przez rezystor R9.

Kondensator C5 wraz z rezystorem R9 określają więc czas alarmu głównego.

Jeśli natomiast podczas stanu czuwania choćby na chwilę zostanie naruszona linia zwłoczna L2, wtedy narastające napięcie na wejściu bramki U1A spowoduje zapamiętanie tego faktu w zatrzasku składającym się z elementów U1A, R7, U1B, D4. Nawet gdy naruszenie linii L2 było krótkie, na wyjściu bramki U1A pojawi się trwały stan niski. Wtedy kondensator C4, który dotychczas był w pełni naładowany, zacznie się rozładowywać przez rezystor R8. W tym czasie na wyjściu bramki U1B będzie się utrzymywał stan wysoki. Dzięki rezystorowi R12 spowoduje on otwarcie tranzystora T2, sygnalizującego prealarm, czyli naruszenie linii zwłocznej przed powstaniem alarmu głównego. Do wyjścia prealarmu oznaczonego Y można podłączyć żółtą diodę ostrzegawczą lub niewielki brzęczyk przypominający o konieczności wyłączenia alarmu.

Gdy po pewnym czasie napięcie na kondensatorze C4 opadnie poniżej progu przełączania bramki U1E, na wyjściu tej bramki (nóżka 10) pojawi się stan wysoki, który podany przez diodę D8 na wejście bramki U1C, wywoła alarm główny.

Elementy R8 i C4 określają więc czas zwłoki linii L2, czyli tak zwany czas na wejście.

Wywołanie alarmu głównego, dzięki obecności diody D6, spowoduje przywrócenie pierwotnego stanu przerzutnika pamiętającego składającego się z elementów U1A, R7, U1B, D4, oczywiście o ile linia L2, najpóźniej do końca alarmu głównego, znowu zostanie zamknięta. Pojawienie się stanu wysokiego na wyjściu bramki U1A spowoduje natychmiastowe naładowanie kondensatora C4 przez diodę D5.

Czas trwania alarmu będzie więc także zależał od tego, czy linia L2 będzie naruszona chwilowo, czy na stałe.

Ważną częścią układu są obwody opóźnionego włączania centrali. Po załączeniu klucza KEY, centralka nie przechodzi natychmiast w stan czuwania, tylko pozostaje w stanie w stanie nieuzbrojonym przez czas potrzebny na naładowanie kondensatora C3 przez rezystor R5.

Gdy po włączeniu zasilania kondensator C3 jest jeszcze nienaładowany, na wyjściu bramki U1F występuje stan wysoki. Powoduje on otwarcie tranzystora T1 i zaświecenie zielonej diody D12. Ponadto dzięki diodom D1 i D2 szybko zostają naładowane kondensatory C5 i C4. Z kolei dioda D3 nie dopuszcza do zatrzaśnięcia przerzutnika U1A, R7, U1B, D4, wymuszając stan wysoki na wejściu bramki U1B (w tym miejscu widać, dlaczego potrzebny był rezystor R7).

W trakcie opracowywania systemu, centralkę uzupełniono o obwody z tranzystorami T4, T5, U2. Obwody te umożliwiają włączenie czujnika podczerwieni pasywnej (PIR) za pomocą tylko dwóch przewodów.

Rezystor R6 jest czujnikiem prądu płynącego przez czujkę. Jeśli czujka wykryje intruza (lub zostanie odcięta), tranzystor T4 zostanie zatkany, a zacznie przewodzić tranzystor T5, który rozładuje C5 i włączy alarm główny. Stabilizatorek scalony U2 pełni rolę zabezpieczenia przeciwzwarciowego, zapobiegając natychmiastowemu rozładowaniu akumulatora w przypadku zwarcia przewodów czujki PIR.

W trakcie testów centralki okazało się też, że niektóre czujki po podaniu napięcia zasilającego, przez kilkanaście sekund lub jeszcze dłużej, znajdują się w stanie nieustalonym (przejściowym) i sygnalizują wtedy obecność intruza, niezależnie od rzeczywistego stanu obiektu. Dlatego też konieczne okazało się zastosowanie rezystora R18.

W prostszych zastosowaniach obwody z tranzystorami T4, T5 i układem U2 nie będą wykorzystywane, i zestaw AVT-2109 nie zawiera tych elementów. Dokładniejsze wskazówki odnośnie wykorzystania tych obwodów zostaną podane w dalszej części artykułu.

Obwody zasilania i automatycznego przełączania źródła zasilania zostały wykonane w najprostszy sposób z użyciem diod D9, D10. Zawsze prąd jest pobierany ze źródła, które ma wyższe napięcie. Z tego względu użyty zasilacz sieciowy musi mieć napięcie wyższe, niż napięcie baterii rezerwowej. Optymalny zakres napięcia tego zasilacza wynosi 14...16V przy napięciu baterii rezerwowej równym 12V. W zasadzie napięcie zasilające mogłoby wynosić nawet 18V, bowiem pozwala na to układ scalony U1. Jednak w zestawie przewidziano kondensatory elektrolityczne na napięcie 16V. Proponowane diody Schottky'ego D9, D10 mają spadek napięcia w czasie pracy poniżej 0,5V, napięcie z zasilacza sieciowego nie powinno więc przekraczać 16,5V.

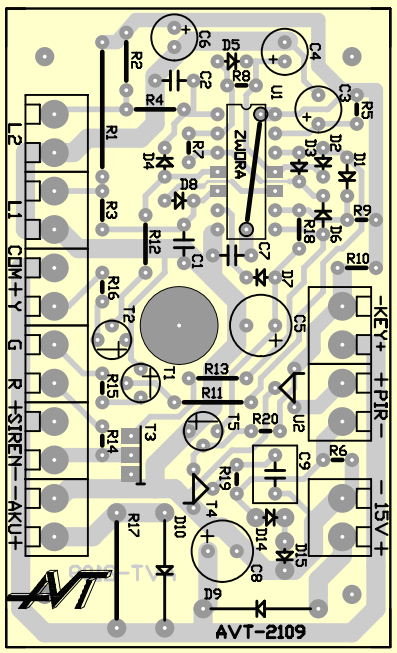
Na płytce przewidziano też miejsce na dodatkowy rezystor R17, który zapewni stałe podładowywanie akumulatora rezerwowego tak zwanym prądem konserwującym, stale utrzymując akumulator w stanie naładowania. Rezystor R17 należy dobrać we własnym zakresie, w zależności od napięcia zasilacza i pojemności akumulatora (prąd konserwujący może wynosić 2...5mA na amperogodzinę pojemności akumulatora).

W roli akumulatorów rezerwowych należy stosować akumulatory ołowiowe, najlepiej nowoczesne żelowe. Ale i stary, zużyty akumulator od samochodu, w systemie alarmowym jeszcze przez kilka lat spełni swoje zadanie. Jeśli natomiast zastosowane zostałyby akumulatory kadmowo-niklowe, wtedy należy liczyć się z wystąpieniem tzw. efektu pamięciowego i rzeczywista pojemność stale podładowywanego akumulatora może się okazać dużo mniejsza niż jego pojemność nominalna.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na dwa bezpieczniki zaznaczone na rysunku 2 w obwodach zasilania. W zasadzie instalacja alarmowa powinna być tak zaprojektowana i wykonana, żeby ewentualny włamywacz czy sabotażysta nie mógł spowodować zwarcia i rozładowania akumulatora. Ale wszystkiego nie da się przewidzieć i zawsze istnieje jakieś ryzyko zwarcia czy awarii układu. Tymczasem akumulatory ołowiowe mają prąd zwarcia nawet rzędu kilkuset amperów. Łatwo w takiej sytuacji o powstanie pożaru. Dlatego w obwodach zasilania koniecznie należy stosować bezpieczniki. Oprócz tego obwody zasilania czujek powinny być zabezpieczone oddzielnie - w układzie służy temu stabilizator U2.

Warto pamiętać, że układ centralki jest optymalizowany pod kątem poboru prądu - w stanie spoczynku centralka pobiera tylko tyle prądu, ile płynie przez linie dozorowe. W niektórych przypadkach, jeśli nie będą stosowane czujki podczerwieni pasywnej czy ultradźwiękowe, i gdyby urządzenie miało być zasilane tylko z baterii, można jeszcze bardziej zmniejszyć pobór prądu, zwiększając R1 i R2, nawet do 220kW. Wtedy pobór prądu w stanie czuwania będzie wynosił 0,1...0,15mA. W stanie alarmu syrena z przetwornikiem piezo pobierać będzie około 100...200mA prądu. W tej sytuacji osiem alkalicznych ogniw R6 o pojemności około 2000mAh powinno wystarczyć na przynajmniej pół roku pracy. Jest to szczególnie atrakcyjna możliwość do ochrony garaży, piwnic itp, gdzie z różnych względów nie można zastosować zasilacza sieciowego.

Przy analizie układu elektronicznego warto jeszcze zauważyć, że wszystkie elektrolity w stanie czuwania są w pełni naładowane. Tylko pod takim warunkiem można w urządzeniach alarmowych, gdzie wymagana jest niezawodna praca przez kilka lat, stosować popularne aluminiowe elektrolity. Natomiast zastosowanie w obwodach czasowych kondensatorów stałych (foliowych lub ceramicznych), wymagałoby rezystancji rzędu wielu megaomów, i nie byłoby to rozwiązanie dobre do centralki, której może przyjdzie pracować kilka lat w zakurzonym i wilgotnym otoczeniu. Właś-



Rys. 3. Płytka drukowana centralki alarmowej.

nie ze względu na upływność związaną z kurzem i wilgocią nie należy zwiększać rezystancji R5, R8 i R9 powyżej 1MW. Natomiast pojemności ustalające poszczególne czasy można zmieniać w szerokich granicach, stosownie do potrzeb.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce pokazanej na **rysunku 3** nie sprawi nikomu trudności. Na początek należy wykonać zworę pod układem scalonym U1 i zworę zamiast rezystora R13. W wersji eksperymentalnej pod układ scalony U1 można dać podstawkę. Jeśli jednak ktoś chciałby praktycznie wykorzystać proponowany układ, powinien raczej wlutować kostkę bezpośrednio w płytkę. Podstawki zdają doskonale egzamin w układach eksperymentalnych oraz przy poszukiwaniu uszkodzeń i wszelkich naprawach. Jednak popularne i tanie podstawki nie gwarantują potrzebnej niezawodności i dlatego nie należy ich stosować w krytycznych punktach układów, które powinny niezawodnie pracować. Oczywiście na niezawodność urządzenia składa się wiele innych czynników, które nie są tu wspomniane, ale warto wyeliminować choć jeden.

Montaż elementów można rozpocząć od wlutowania kondensatorów C6 i C7. Następnie można wlutować układ scalony U1 (kondensatory C6 i C7 zabezpieczą układ CMOS przed uszkodzeniem ładunkami statycznymi). W dalszej kolejności można wlutować pozostałe elementy, przy czym montaż złącz śrubowych ARK dla wygody można zostawić na sam koniec.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania, od razu powinien pracować poprawnie. Jedynie jeśli kondensatory elektrolityczne pod wpływem czasu miałyby znaczną upływność, zmontowany układ przed sprawdzeniem należy pozostawić pod napięciem na kilka...kilkanaście minut.

Zmontowaną płytkę można sprawdzić w układzie z **rysunku 4**, sprawdzając jej funkcje zgodnie z opisem we wstępnej części artykułu. Poszczególne czasy można dowolnie korygować, zmieniając pojemności C3, C4 i C5.

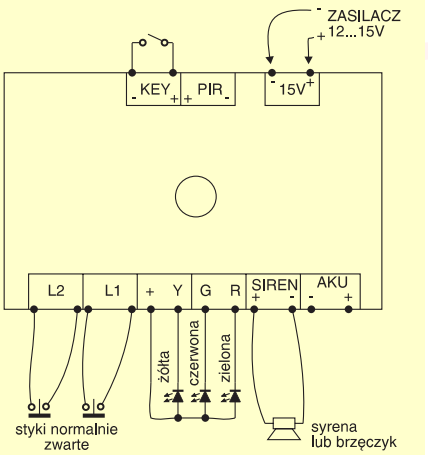
Gotową płytkę należy jeszcze zabezpieczyć przed kurzem i wilgocią. Można do tego celu użyć jakiegokolwiek lakieru izolacyjnego w spraju, a w ostateczności nawet pomalować płytkę roztworem kalafonii w spirytusie (denaturacie). Przy lakierowaniu płytki i elementów należy pominąć złącza śrubowe ARK, służące do mocowania przewodów.

Płytkę można umieścić w dowolnej obudowie, z tym że obudowa metalowa, jeśli jest połączona z masą układu, będzie stanowić ekran dodatkowo chroniący przed wpływem zakłóceń zewnętrznych. Środkowy otwór w płytce umożliwia też wykorzystanie małej plastikowej obudowy o symbolu KM-35 B lub dowolnej większej. W modelu wykorzystano gotową metalową obudowę o symbolu T-11, dostępną w AVT.

W roli rezerwowego zasilania w modelu pokazanym na fotografii wykorzystano osiem "paluszków" R6. Z uwagi na znaczny pobór prądu w stanie alarmu, oraz ze względu na trwałość, koniecznie muszą to być baterie alkaliczne lub akumulatorki kadmowo-niklowe, a w żadnym wypadku nie powinny to być najtańsze baterie węglowe.

Inne wskazówki

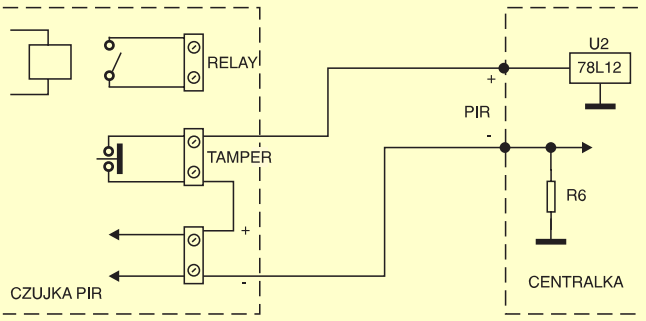
Centralka w większości przypadków będzie współpracować z liniami dozorowymi zawierającymi tylko styki mechaniczne (wyłączniki krańcowe i kontaktrony) w układzie jak na rys. 4. W przypadku, gdyby z centralką miała współpracować czujka podczerwieni pasywnej dołączona do wejścia PIR według **rysunku 5**, nie należy stosować ośmiu akumulatorów Cd-Ni, bo ich napięcie wynoszące tylko 9,6V jest za małe do właściwej pracy czujki. Wystąpi bowiem pewien spadek napięcia na rezystorze R6 i stabilizatorze U2, a czujki takie zwykle wymagają do pracy napięcia zasilającego powyżej 9V. W takim przypadku należy zastosować akumulator o napięciu 12V.



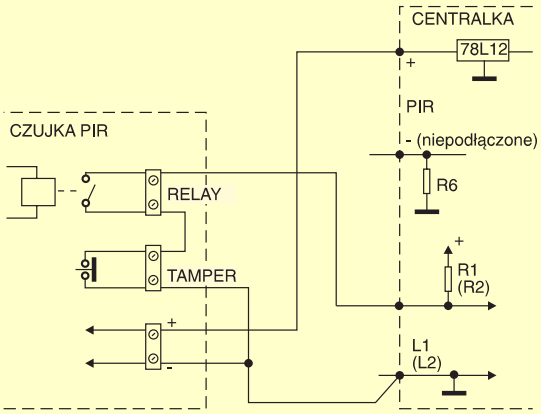
Rys. 4. Układ testowy.

Układ połączeń na rysunku 5 może się wydać dziwny, bo nie są wykorzystane styki przekaźnika. Nie jest to potrzebne, ponieważ w tym wypadku centralka monitoruje wartość prąd pobieranego przez czujkę. Czujkę należy skonfigurować za pomocą jumperków zgodnie z jej instrukcją obsługi tak, żeby w stanie czuwania przez przekaźnik płynął prąd, a po wykryciu intruza przekaźnik powinien puszczać. Wtedy w spoczynku przez czujkę płynie prąd rzędu kilkunastu miliamperów, a po pojawieniu się intruza prąd zmniejsza się do kilku miliamperów.

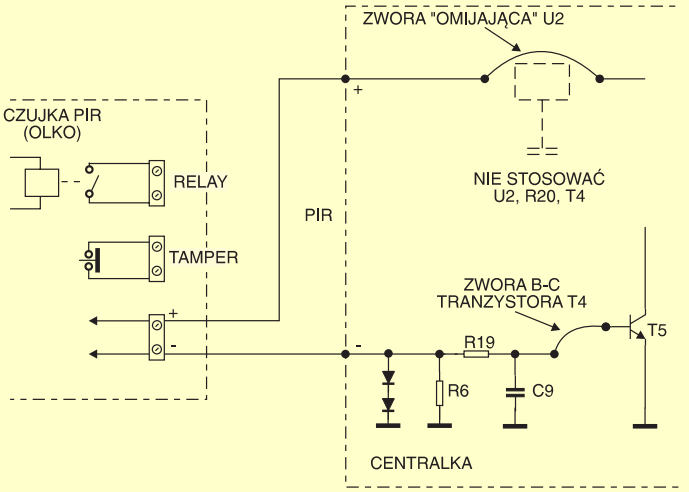
Czujkę PIR (a także inne czujki o sumarycznym poborze prądu poniżej 100mA) można także włączać w obwód



Rys. 5. Wykorzystanie wejścia PIR.



Rys. 6. Dołączenie czujki PIR do linii dozorowej.



Rys. 7. Oszczędnościowe wykorzystanie wejścia PIR.

którejkolwiek linii dozorowej L1 lub L2 według **rysunku 6**.

Rozwiązania pokazane na rysunkach 5 i 6 zapewniają powstanie alarmu także w przypadku przecięcia linii dozorowej czy obwodu zasilania czujki, ale za to pewną wadą jest ciągły pobór prądu w stanie czuwania rzędu kilkunastu miliamperów. W niektórych sytuacjach, gdy pobór prądu jest sprawą krytyczną, można zastosować oszczędniejsze rozwiązanie. Niektóre czujki, jak na przykład czujki firmy Olko można z pomocą jumperków skonfigurować tak, że przekaźnik będzie włączany w przypadku wykrycia intruza; wtedy pobór prądu przez sam układ elektroniczny (w stanie czuwania) jest rzędu 1...2mA. Gdy linia jest dobrze zabezpieczona przed ewentualnym sabotażem, można wtedy wykorzystać nietypowy, oszczędnościowy układ pracy według **rysunku 7**.

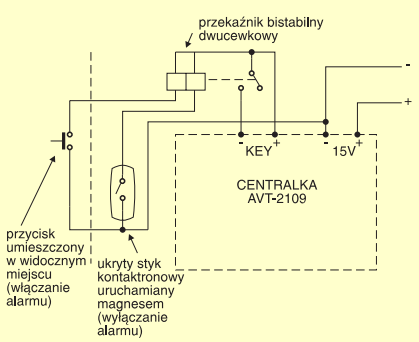
W każdym przypadku centralkę i wszystkie przewody należy zamontować tak, aby były dobrze ukryte przed ewentualnym włamywaczem. Także syrena alarmowa musi być umieszczona w miejscu uniemożliwiającym jej uszkodzenie wskutek uderzenia czy wyrwania przewodów. Te szczegóły należy przemyśleć i zaplanować wyjątkowo starannie. Najlepszy system elektroniczny na nic się nie zda, jeśli wskutek błędnego montażu, czy złego prowadzenia przewodów dawałby się łatwo uszkodzić czy zniszczyć.

Do sterowania pracą centralki, w roli klucza KEY można zastosować dowolny pojedynczy styk. Najczęściej będzie to mały wyłącznik dobrze ukryty w miejscu znanym tylko właścicielowi.

Inną interesującą możliwością jest użycie przekaźnika bistabilnego. Pewnie nie wszyscy Czytelnicy EdW wiedzą, co to za element. Jest to przekaźnik mający dwa stany stabilne, czyli taki, który nie wymaga ciągłego zasilania. Spotyka się przekaźniki bistabilne jedno- i dwucewkowe. Dla naszych celów lepszy jest przekaźnik dwucewkowy. Podanie przez chwilę napięcia zasilającego na jedną cewkę przerzuca kotwicę w jedno położenie, a impuls podany na drugą cewkę powoduje powrót do stanu wyjściowego. Możliwości wykorzystania przekaźnika bistabilnego są różnorodne, jak choćby pokazano na **rysunku 8**. Do włączania centralki w stan czuwania służy przycisk S1 umieszczony w widocznym miejscu, a w celu wyłączenia alarmu należy na chwilę zbliżyć magnes do kontaktronu S2 umieszczonego w miejscu znanym tylko właścicielowi.

Jeśli naszych Czytelników zainteresuje budowa bardziej wymyślnego klucza elektronicznego, prosimy o listy; przedstawimy stosowne rozwiązanie na łamach EdW, a być może zaproponujemy to jako jedno z zadań w naszej Szkole Konstruktorów.

Piotr Górecki



Rys. 8. Wykorzystanie przekaźnika bistabilnego.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R2, R7, R11, R12: 47kW
R3, R4, R5, R8, R9: 470kW
R6: 100W *
R10, R14, R15, R16: 1kW
R13: zwora
R17: dobrać według potrzeb
R18: 2,2kW
R19: 1kW *
R20: 47kW *

Kondensatory
C1, C2: 100nF
C6, C3: 47µF/16V
C4: 22...47µF/16V
C8, C5: 220µF/16V
C7: 100nF ceramiczny
C9: 470nF *

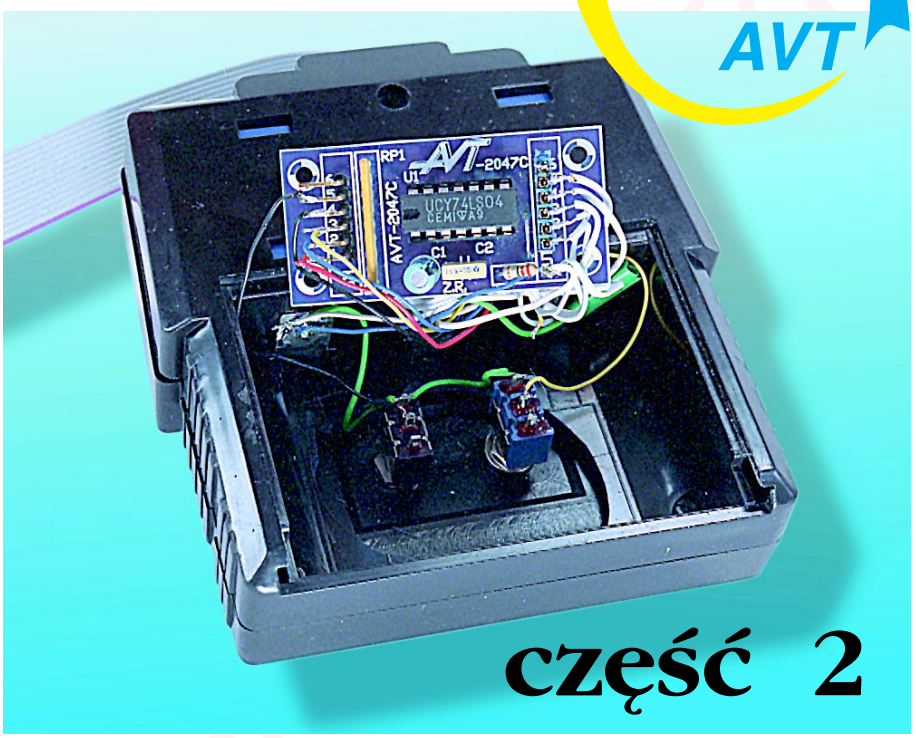
Półprzewodniki
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8: 1N4148
D9, D10: dioda Schottky'ego 2A
D11: LED 5mm czerwona
D12: LED 5mm zielona
D13: LED 5mm żółta
D14, D15: 1N4001...4007
T1, T2: BC548
T3: BUZ10...11
T4, T5: BC548 *
U1: CMOS 40106
U2: 78L12 *

Różne
złącza śrubowe ARK2, 9 szt.
płytka drukowana wg rysunku 3
Y1: syrena 12V *
AKU: akumulator 12V *

* elementy oznaczone gwiazdką nie wchodzą w skład kitu AVT-2109

Programowany sterownik do zabawek i modeli

kit 2047 AVT



część 2

Montaż i uruchomienie

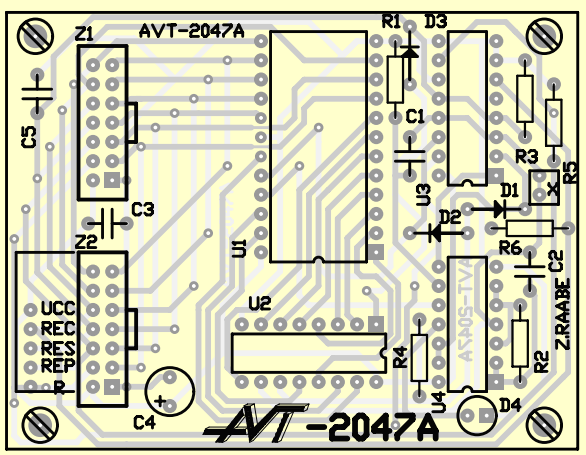
Mamy przed sobą ciężkie zadanie: musimy tym razem zmontować aż trzy płytki. Po raz pierwszy w projektach serii 2000 zetkniemy się z nowym elementem montażowym - złączem taśmowym. Temu elementowi, niesłychanie ułatwiającemu montaż układów elektronicznych poświęcimy za chwilę wiele uwagi.

Pracę rozpoczniemy od zmontowania układu programatora. Na **rysunku 5** widzimy rozmieszczenie elementów na dwustronnnej płytce drukowanej. Elementy wlutowujemy w płytkę zgodnie z powszechnie obowiązującymi zasadami montażu urządzeń elektronicznych. Pamiętając, że urządzenie będzie nieraz pracować w trudnych warunkach, koniecznie stosujemy podstawki pod układy scalone.

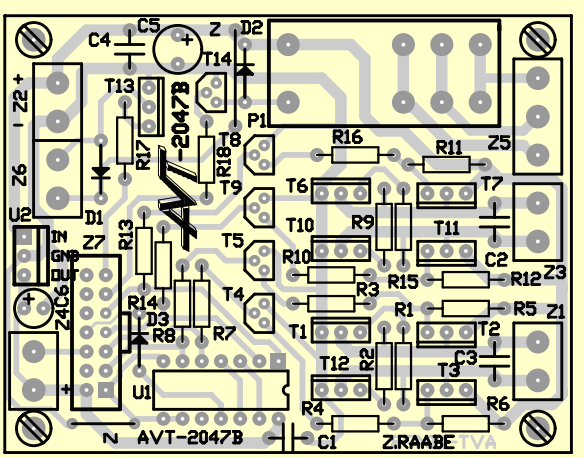
Płytka sterownika wykonana na laminacie jednostronnym została pokazana na **rysunku 6**. Pod układ U1 bezwzględnie stosujemy podstawkę pod inne układy zastosowanie podstawek jest zalecane. Umieszczenie diody LED jest całkowicie dowolne. Jest na nią miejsce na płytce, ale możemy też zamocować ją w każdym innym punkcie obudowy zabawki.

Rozmieszczenie elementów na płytce pulpitu sterującego zostało pokazane na **rysunku 7**.

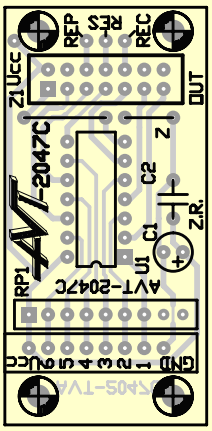
Jak dotąd na temat montażu naszego układu nie bardzo było o czym pisać: ot zwykła, prosta konstrukcja elektroniczna. Autor jednak przypuszcza, że dla wielu młodszych Kolegów "zaczną się schody" przy składaniu kabli taśmowych. Elementy te, niezastąpione w konstrukcjach profesjonalnych (wystarczy zajrzeć do wnętrza komputera PC), rzadko jeszcze trafiają do konstrukcji amatorskich. A szkoda, czas już ku temu najwyższy! Przy obecnym stanie zaopatrzenia rynku w elementy montażowe, możemy śmiało przyjąć że stosowanie jakichkolwiek przewodów lutowanych w płytkę jest błędem konstrukcyjnym. O ile jeszcze możemy darować sobie jeden czy dwa kabelki, to połączenia zawierające większą ilość przewodów koniecznie musimy wykonywać za pomocą specjalnych złącz. Czy zresztą wyobrażasz sobie, czytelniku, wykonanie połączenia np. 60-cio żyłowego pomiędzy dwoma płytkami za pomocą lutowania kabelków do płytek? Horrendum, 120 punktów lutowniczych, kolory przewodów mienią się przed oczami a po zakończeniu pracy nieuchronnie przychodzi pora na mozolne wykrywanie pomyłek. Przy zastosowaniu kabli taśmowych lutowania wprawdzie nie unikniemy, ale będzie to czynność czysto auto-



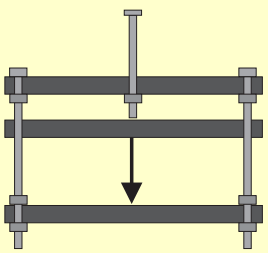
Rys. 5. Płytka drukowana programatora.



Rys. 6. Płytka drukowana sterownika.



Rys. 7. Płytka pulpitu sterującego.



Rys. 8.

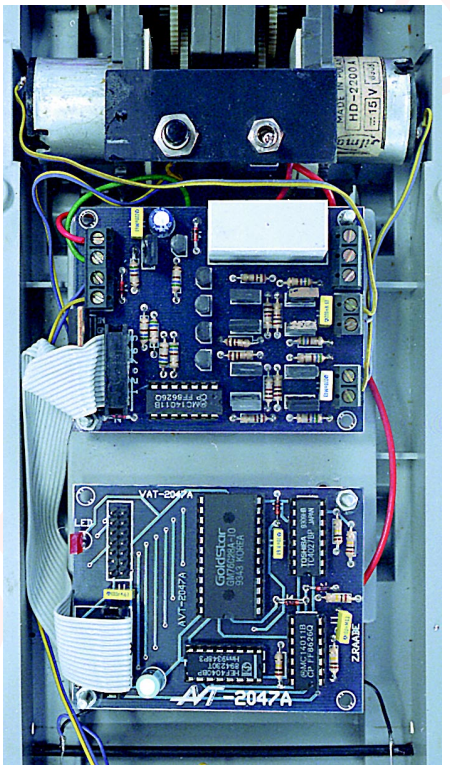
matyczna, bez jakiejkolwiek możliwości pomyłki. Natomiast zbędne jest ustalanie kolejności przewodów, a co najważniejsze, ewentualne rozłączenie płytek nie zajmuje nawet sekundy.

Kłopot możemy mieć jedynie z połączeniem kabla z końcówkami. Pozornie jest to czynność dziecinnie prosta: włożyć koniec kabla taśmowego w szczelinę pomiędzy ostrzami i klamerką dociskową i ścisnąć mocno. Właśnie z tym ściskaniem mogą być kłopoty. Wykonanie tej czynności palcami byłoby kłopotliwe nawet dla Zbyszka z Bogdańca, a ponadto palcami łatwo złamać klamerkę dociskową. Poczciwe kombinerki, leżące w pogotowiu w każdym warsztacie, też nie nadają się do tej czynności. Powód jest oczywisty: końcówkę należy ścisnąć przy pomocy narzędzia, którego szczęki poruszają się idealnie równolegle do siebie. Idealnym narzędziem będzie więc małe imadełko ślusarskie. Szczerze radzimy: nie posługujcie się innymi narzędziami. Jeżeli imadła nie posiadacie, to zawsze lepiej wybrać się z wizytą do kolegi posiadającego je, niż uszkodzić kosztujące co nieco elementy.

Jeżeli ta technika łączenia płytek znalazła wasze uznanie, to autor poleca prosty przyrządzik, którego sam używa zamiast nieporęcznego imadła. Urządzenie takie, widoczne na szkicu (**rys. 8**) można wykonać w ciągu kilku minut z trzech kawałków płaskownika stalowego i trzech śrub M5 z nakrętkami.

Ostatnią sprawą godną zastanowienia się jest połączenie modelu z panelem sterującym. Najprościej i najwygodniej jest wykonanie tego za pomocą przewodu taśmowego i końcówek 14-stykowych. Takie właśnie rozwiązanie zostało zastosowane w układzie modelowym. Pamiętajmy jednak, że nasza zabawka z definicji będzie pracowała w wyjątkowo nieprzyjaznym środowisku, w którym delikatny przewód taśmowy łatwo może zostać zadeptany i zniszczony.

Jeżeli obawiamy się, że delikatny przewód taśmowy łatwo może zostać uszkodzony, to możemy zastosować kabel wielożyłowy w oplocie metalowym. Koniecznością stanie się wtedy zastosowanie dodatkowych złączy (np. 15-stykowych gniazd i wtyków typu stosowanego w technice komputerowej.



Wszystkie istotne dla pracy systemu wejścia, szyna danych i zasilanie zostały doprowadzone do złącz 14-pinowych na płytce programatora. Aby ułatwić orientację w rozkładzie tych wyprowadzeń, w **tab. 2** podajemy ich kolejność.

Uważny Czytelnik z pewnością zaprotestuje: po co wyprowadzać na szynę zbiorczą informację o tym, że układ znajduje się w stanie odtwarzania? Przecież ta informacja nie jest w naszym urządzeniu do niczego potrzebna? Cierpliwości, to właśnie wyjście będzie z pewnością wykorzystywane w kolejnych modułach sterowników.

Cd. na str. 15

WYKAZ ELEMENTÓW

Programator

Rezystory

R1, R3, R4, R5, R6: 100kW
R2: 510kW

Kondensatory

C1: 10nF
C2: 100µF/16V
C3, C5: 100nF
C4: 100...470nF (dobrać w zależności od wymaganej częstotliwości pracy zegara)

Półprzewodniki

D1, D2, D3: 1N4148 lub odpowiednik
D4: LED
U1: 6116
U2: CMOS 4040
U3: CMOS 4027
U4: CMOS 4011

Różne

Z1, Z2: złącze 14 goldpinów (2x7)
dwa kompletne kable taśmowe 16-żyłowe: jeden ok. 10cm, drugi 2...3m

Sterownik

Rezystory

R1, R2, R3, R4, R9, R10, R15, R16: 220W
R5, R6, R11, R12: 560W
R7, R8, R13, R14, R17, R18: 2,2kW

Kondensatory

C4, C1: 150nF
C2, C3: 100nF
C5: 470µF
C6: 220µF

Półprzewodniki

D1, D2, D3: 1N4148 (lub odpowiednik)
T1, T6, T10, T12, T13: BD139 (lub odpowiednik)
T2, T3, T7, T11: BD140 (odpowiednik)
T4, T5, T8, T9, T14: BC548 (lub odpowiednik)
U1: CMOS 4011
U2: 7805

Różne

Z1, Z2, Z3, Z4, Z6: ARK2
Z5: ARK3
Z7: złącze 14 goldpinów (2x7)
P1: przekaźnik typu RM82-P 12V

Pulpit sterujący

Rezystory

RP1: R-Pack 2,2kW

Półprzewodniki

U1: 74LS04

Różne

Z1: złącze 14 goldpinów (2x7)
S1...S4: włącznik monostabilny
S5, S6: włącznik 2-pozycyjny bistabilny

Cd. ze str. 11

Ten sam Czytelnik z pewnością zauważył też jakiś dziwny punkt na płytce programatora, oznaczony literą "X" i miejsce na wlutowanie dwóch pinów. Z pewnością wielu Kolegów jest nieco zawiedzionych proponowanym programatorem, uważając że osiem linii danych to stanowczo za mało dla ich rozbudowanej konstrukcji, np. makiety kolejowej. Rozwiązanie problemu jest proste: przecież nasze moduły programatorów możemy łączyć ze sobą równolegle praktycznie w dowolnej ilości! Wszystkie wejścia sterujące i zasilanie mogą być wspólne, a osobno należy wyprowadzić wejścia/wyjścia danych. Problem powstałby jedynie z zegarem sterującym, ponieważ zapewnienie idealnej synchronizacji systemu byłoby praktycznie niemożliwe. Jeżeli więc mamy zamiar korzystać z kilku programatorów jednocześnie, to jeden z nich musimy potraktować jako nadrzędny i nic na jego płytce nie zmieniać. Natomiast na płytce drugiego (lub wielu innych) programatora należy przeciąć ścieżkę tuż obok punktu X, w miejscu zaznaczonym wyraźnie przewężeniem ścieżki. Następnie punkty X podporządkowanych programatorów łączymy ze sobą i z takim samym punktem za płytce programatora głównego. Elementów R2 i C4 na płytkach podporządkowanych programatorów w zasadzie nie musimy w takim układzie montować. Ponieważ jednak nasze urządzenie powinno być w pełni uniwersalne, lepiej jednak zamontować te elementy. Rozwiązanie takie umożliwi po ewentualnym rozłączeniu programatorów na używanie ich jako osobnych urządzeń (po założeniu jumpera w punkcie X).

Tab. 2.

Pin	Opis wyprowadzenia
1	GND
2	We/wy danych D0
3	We/wy danych D1
4	We/wy danych D7
5	We/wy danych D6
6	We/wy danych D5
7	We/wy danych D4
8	We/wy danych D3
9	We/wy danych D2
10	Wejście RECORD
11	Wejście RESET
12	Wejście REPLAY
13	Logiczny stan wysoki przy odtwarzaniu
14	UCC (+5VDC)

Na zakończenie autor pozwala sobie zwrócić się z prośbą do Czytelników. Jak już wspomniano opisane wyżej urządzenie traktowane jest jako wstęp do całej serii układów z dziedziny "robotyki". Drodzy Koledzy, bardzo prosimy o nadsyłanie uwag i ewentualnych sugestii. Co chcecie sobie zbudować?

Zbigniew Raabe

Created in Master PCB Editor

Aplikacje wzmacniaczy operacyjnych część 4

W pierwszym numerze EdW zaproponowaliśmy praktyczne zapoznanie się ze wzmacniaczem operacyjnym - jedną z lokomotyw elektroniki. Do tego celu służy płytka wielofunkcyjna PW-01, na której można zmontować kilkadziesiąt pożytecznych układów. W tym numerze przedstawiamy podsłuchiwacz szeptów.

Podsłuchiwacz szeptów

Układ ten umożliwia:
- podsłuchiwanie dźwięków przyrody,
- podsłuchiwanie różnych odgłosów domowych,
- badanie przewodnictwa dźwiękowego ciał stałych: ścian, rur instalacyjnych, itp.

Do tej pory zaprezentowaliśmy następujące urządzenia: przełącznik sterowany dowolnym pilotem i uniwersalny tester podzespołów (EdW 1/96), programowany przedwzmacniacz mikrofonowy i dwa migacze dużej mocy (EdW 3/96) oraz regulator temperatury (EdW 5/96).

W tym cyklu staramy się łączyć praktykę i niezbędną teorię. Dlatego obok instrukcji montażu podajemy dodatkowe informacje, potrzebne osobom, które chcą samodzielnie opracowywać urządzenia elektroniczne. Niezbędną teorię, subtelności i szczegóły dotyczące analizy układu umieszczamy i ramkach, których lektura nie jest konieczna do wykonania i uruchomienia układu.

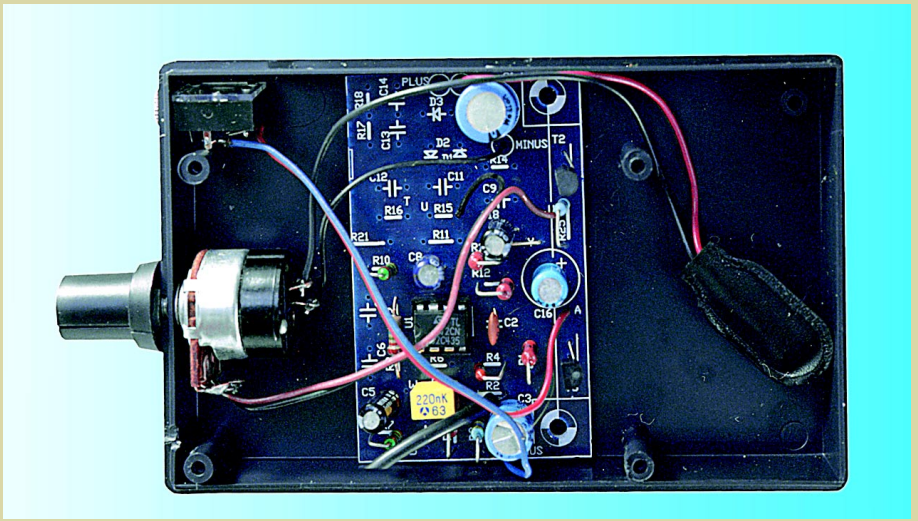
Ponieważ płytka PW-01 przeznaczona jest do zmontowania wielu różnych układów, więc przewidziano na niej miejsce dla licznych elementów, z których tylko niektóre są montowane w danym przypadku. Fotografie, rysunki i schematy w artykule przedstawiają tylko te podzespoły, które mają być zamontowane. Z tego powodu numeracja użytych elementów nie jest ciągła. Pełny rysunek płytki drukowanej i schemat zawierający wszystkie możliwe elementy zamieszczono w EdW 1/96 na str. 9.

Podsłuchiwacz szeptów

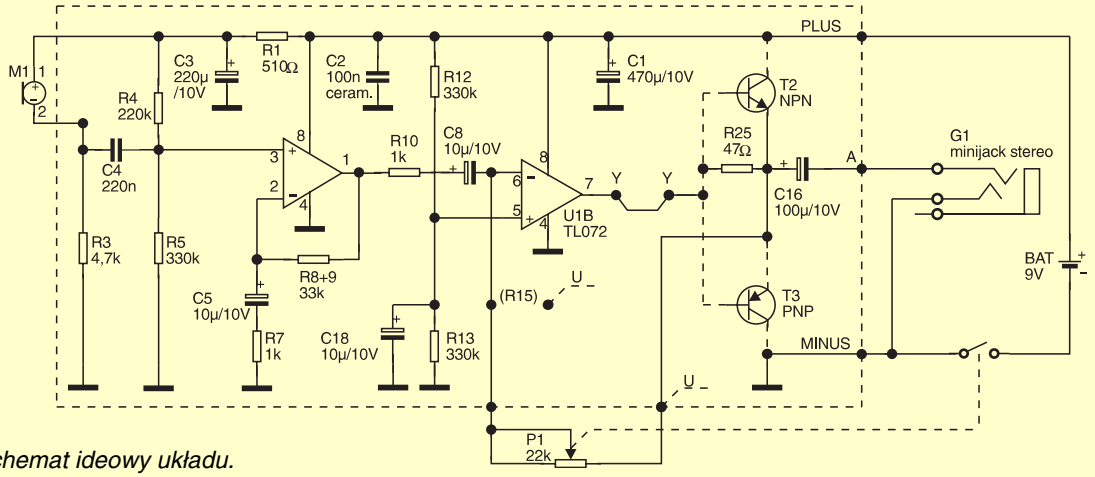
Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 1**. Mikrofon elektretowy dwukońcówkowy M1 jest zasilany przez rezystor R3. Sygnał mikrofonu podawany jest przez kondensator C4 na wzmacniacz operacyjny U1A pracujący w konfiguracji nieodwracającej. Wzmocnienie tego stopnia dla sygnałów zmiennych jest ustalone stosunkiem rezystancji R8+9 oraz R7 i wynosi około 34.

Wzmocnienie = 1 + (R8+9)/R7

Wzmocniony sygnał podawany jest na następny wzmacniacz U1B pracujący w konfiguracji odwracającej. Wzmocnienie tego stopnia wyznaczone jest stosunkiem rezystancji potencjometru P1 i rezystora R10, może być więc zmieniane w zakresie 0...22.



Wzmacniacz operacyjny ma stosunkowo niewielką wydajność prądową wyjścia, więc dla zwiększenia mocy wyjściowej przewidziano użycie dodatkowych tranzystorów. Tranzystory te pracują w klasie C, to znaczy w spoczynku nie przewodzą. Przy małych sygnałach, do obciążenia dostarczany jest prąd z wyjścia wzmacnacza operacyjnego U1B przez rezystor R25. Gdy chwilowe napięcie na rezystorze R25 przekroczy napięcie progowe tranzystora (około 0,6V), wtedy zaczyna przewodzić jeden z tranzystorów T2 lub T3, i do obciążenia dostarczony jest prąd płynący przez ten tranzystor. Takie rozwiąza-



Rys. 1. Schemat ideowy układu.

nie jest optymalne dla układu zasilanego z baterii, pozwala bowiem zachować niewielki poziom zniekształceń, mały pobór prądu w spoczynku, a jednocześnie może dostarczyć dużego prądu w szczycie wysterowania.

W wersji modelowej jako T2 i T3 zamontowano popularne tranzystory BC548/BC558. Sprawdzono także działanie układu bez tych tranzystorów i przy zwarciu rezystora R25. Do współpracy z typowymi stereofonicznymi słuchawkami od Walkmana o rezystancji 2x24W...2x32W absolutnie nie ma potrzeby montowania tych tranzystorów. Dlatego też w zestawie AVT-407 nie przewidziano ani tranzystorów, ani rezystora R25, a na schemacie ideowym połączenia tranzystorów narysowano linią przerywaną.

Należy też zwrócić uwagę na nietypowy sposób dołączenia stereofonicznego gniazda słuchawkowego G1. Obwód masy gniazda G1 nie jest podłączony, dzięki czemu obie słuchawki są połączone szeregowo. Co prawda pracują one w przeciwfazie, ale dla opisywanego zastosowania nie ma to żadnego znaczenia. Zaletą szeregowego połączenia słuchawek jest mniejszy pobór prądu z baterii.

Sumaryczne wzmocnienie całego układu jest bardzo duże, sięga kilku tysięcy, co przy dużej czułości mikrofonu elektretowego pozwala podsłuchiwać nawet najcichsze szepty. Układ jest tak czuły, że przy największym wzmocnieniu ma skłonności samowzbudzenia na drodze słuchawki - mikrofon, nawet wtedy, gdy są one oddalone od siebie o ponad metr.

Oczywiście, przy tak dużym wzmocnieniu dają też o sobie znać szumy własne układu. W modelu zastosowano popularny niskoszumny wzmacniacz z wejściami FET, o oznaczeniu TL072. Dzięki temu pobór prądu w spoczynku jest naprawdę mały i wynosi około 3,6mA. Można też zastosować jeszcze mniej szumiący wzmacniacz NE5532, czy LM833, ale wtedy należy liczyć się z poborem prądu około 7...8mA, co przy zasilaniu z baterii 9V może być istotne.

Do zastosowań eksperymentalnych wystarczy całkowicie kostka TL072.

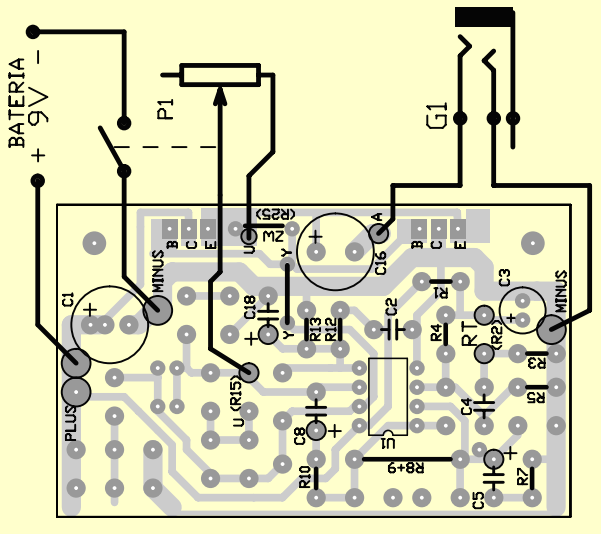
Aby umożliwić różne eksperymenty, w egzemplarzu modelowym zamontowano mikrofon nie w obudowie, lecz na końcu kilkudziesięciocentymetrowego kabla. Daje to sposobność przeprowadzenia szeregu eksperymentów sprawdzających przewodzenie dźwięku przez ciała stałe: betonowe ściany, rury wodociągowe, gazowe, c.o. itp.

Montaż i uruchomienie

Pomocą w montażu elementów będzie fotografia i **rysunek 2**, przedstawiający płytkę drukowaną z użytymi elementami. Jak widać, płytkę można obciąć według zaznaczonej linii, wtedy zmieści się bez problemów w typowej obudowie KM-33B.

W pierwszej kolejności należy wykonać zworę między punktami Y - Y, oraz zworę zamiast rezystora R25, a następnie w dowolnej kolejności zamontować podstawkę pod układ scalony i elementy bierne. Należy zwrócić szczególną uwagę na kondensatory C5, C8 i C18. W naszym układzie są to kondensatory elektrolityczne i przy ich montażu trzeba zachować właściwą biegunowość. W kondensatorach elektroda ujemna jest oznaczona na obudowie, a jej wyprowadzenie jest krótsze. Dla ułatwienia, na rysunku 2 zaznaczono otwory, w które mają być wlutowane końcówki dodatnie (dłuższe) kondensatorów elektrolitycznych. Zaznaczone na schemacie ideowym elementy T2, T3 i R25 nie wchodzą w skład zestawu AVT-407 - nie są one potrzebne do współpracy z typowymi słuchawkami.

Po zmontowaniu elementów na płytce, należy włożyć w podstawkę układ scalony U1 zgodnie z zaznaczonym wycięciem, oraz dołączyć złączkę baterii, mikrofon M1, potencjometr P1 i gniazdo

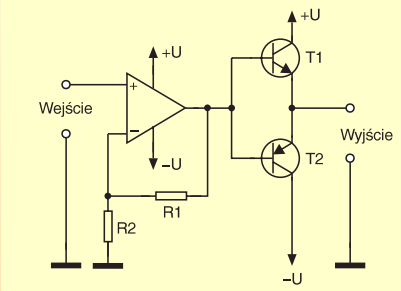


Rys. 2. Płytka drukowana.

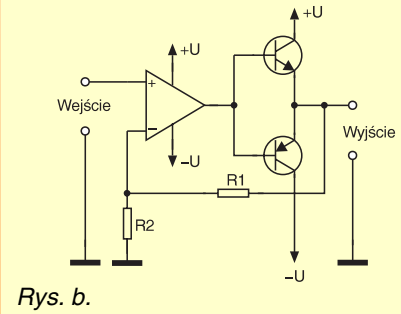
Zwiększanie obciążalności wyjścia wzmacniacza operacyjnego

Praktycznie wszystkie wzmacniacze operacyjne mają wbudowane obwody zabezpieczające stopień wyjściowy przed uszkodzeniem. Dzięki temu trudno uszkodzić wzmacniacz, nawet gdy jego wyjście jest zwarte do masy, czy szyn zasilających. Zabezpieczenia ograniczają maksymalny prąd wyjściowy (zwarciowy) do wartości co najwyżej kilkudziesięciu miliamperów.

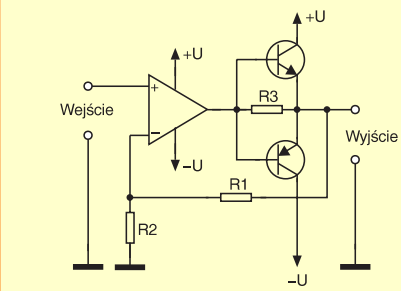
Niekiedy w praktycznych układach potrzeba dostarczyć do obciążenia prąd o większej wartości. Należy wtedy dołączyć do wzmacniacza stopień wyjściowy o większej wydajności prądowej. Zazwyczaj jest to układ dwóch komplementarnych tranzystorów mocy. Rysunki a...e pokazują spotykane konfiguracje. Każda z nich ma swoje wady i zalety.



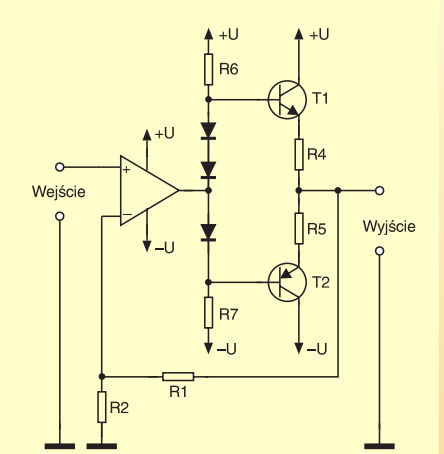
Rys. a.



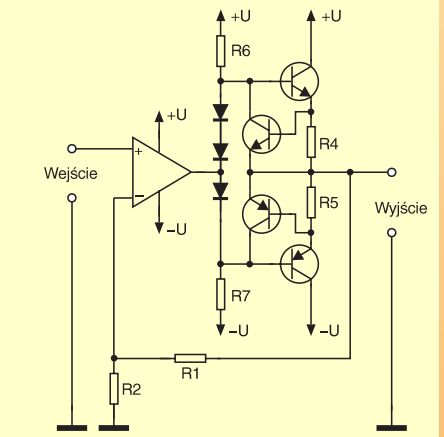
Rys. b.



Rys. c.



Rys. d.



Rys. e.

Wersja a jest najprostsza, ale charakteryzuje się niedopuszczalnie dużymi zniekształceniami nieliniowymi (skrośnymi), bowiem dodatkowy stopień nie jest objęty pętlą sprzężenia zwrotnego. Takiego układu nie stosuje się w praktyce. Wersja b jest lepsza, bo sprzężenie zwrotne obejmuje także dodatkowe tranzystory, dzięki czemu zniekształcenia skrośne, dzięki dużemu zapasowi wzmocnienia i dużej szybkości wzmacniacza operacyjnego, są utrzymywane na nieznacznym poziomie, poniżej 1%. Czym szybszy wzmacniacz operacyjny i czym ma większe wzmocnienie, tym mniejsze są wypadkowe zniekształcenia.

W układzie z rysunku c zastosowano dodatkowo rezystor R3.

W wersji d dodano układy polaryzacji tranzystorów zapewniające przepływ jakiegoś prądu spoczynkowego (o wartości zależnej od R4 i R5), czyli pracę w klasie AB. Wersja d ma więc jeszcze mniejsze zniekształcenia nieliniowe. Najbardziej rozbudowana wersja e także zapewnia pracę tranzystorów w klasie AB, a dodatkowo ma obwody zabezpieczenia przed zwarciem.

Na rysunkach nie pokazano szczegółowo obwodów zasilania, bowiem przedstawione układy można stosować zarówno przy napięciu symetrycznym, jak i pojedynczym. Oczywiście przedstawione rozwiązania można też stosować w konfiguracji wzmacniacza odwracającego.

W praktyce stosuje się zwykle wersję c, w której przy małych sygnałach prąd dostarczany jest przez wzmacniacz operacyjny i rezystor R5, a przy sygnałach większych - przez tranzystory T1 i T2. Rezystor powinien być tak dobrany, żeby przy maksymalnym użytecznym prądzie wyjściowym (zazwyczaj około 20mA), spadek napięcia na rezystorze R5 wynosił około 1V. Takie rozwiązanie zastosowano w układzie modelowym.

Zwykle nie warto stosować wersji d i e, ponieważ gdy wymagane są naprawdę małe zniekształcenia i pożądane jest zabezpieczenie wyjścia, wtedy lepiej jest zastosować dobry scalony wzmacniacz mocy, a nie wzmacniacz operacyjny i tranzystory.

słuchawkowe G1, zgodnie z rysunkiem 2.

Na koniec trzeba dokładnie sprawdzić zgodność montażu z rysunkami 1 i 2.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania i od razu pracuje poprawnie.

Ze względu na dużą czułość układu, do zasilania zaleca się używać baterii o małej rezystancji wewnętrznej, tzn. baterie alkaliczne lub akumulatorki CdNi.

Uwagi końcowe

Układ o tak dużym wzmocnieniu jest znakomitym obiektem do praktycznego zapoznania się z problemem odsprzęgania zasilania. Problem ten wspomniany jest w "Listach od Piotra" z EdW 5/96.

Nie wchodząc w szczegóły powiedzmy tylko, że prąd pobierany z baterii zmienia się w takt przetwarzanych sygnałów. Każde źródło zasilające ma jakąś oporność, więc przepływ zmieniającego się prądu wywoła spadek napięcia na tej oporności i w konsekwencji na szynach zasilających wystąpią jakieś sygnały zmienne. Wielkość tych szkodliwych przebiegów jest wprost proporcjonalna do oporności (ściślej biorąc: impedancji) źródła zasilającego. Te szkodliwe syg-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 510W
R3: 4,7kW
R4: 220kW
R5, R12, R13: 330kW
R7, R10: 1kW
R25: zwora (47W w wersji z T2, T3)
R8+9: 33kW
P1: 22kW B z wyłącznikiem

Kondensatory

C1: 470µF/10V
C2: 100nF ceramiczny
C3: 220µF/10V
C4: 220nF
C5, C8, C18: 10µF/10V
C16: 100µF/10V

Półprzewodniki

U1: TL072

Różne

M1: mikrofon elektretowy
G1: gniazdo minijack stereo
podstawka pod układ scalony DIP8
złączka baterii 9V
płytka wielofunkcyjna PW-01
pokrętło potencjometru
przewody łączeniowe
obudowa KM-33B kpl.
słuchawki (nie wchodzą w skład kitu AVT-407)

nały przedostają się z powrotem do toru sygnałowego i są wzmacniane - tworzy się więc sprzężenie zwrotne i przy dużej wartości wzmocnienia układu na pewno wystąpi samowzbudzenie.

Trzeba tu jednak odróżnić samowzbudzenie powstające na drodze akustycznej, wywołane sprzężeniem między słuchawkami a mikrofonem. Objawi się ono piskiem o częstotliwości ponad 1kHz. Teraz jednak mówimy o innej potencjalnej przyczynie samowzbudzenia - sprzężeniu przez obwody zasilania.

Skłonność do takiego samowzbudzenia zależy od kilku czynników: m. in. od katalogowego parametru wzmacniaczy operacyjnych PSR (Power Supply Rejection - tłumienie tętnień zasilania). W naszym przypadku zależy bardziej od konfiguracji układowej - układ zasilany pojedynczym napięciem ma zwykle właściwości pod tym względem znacznie gorsze, niż układ zasilany napięciem symetrycznym.

Skłonność do samowzbudzenia naszego układu wynika jednak przede wszystkim z istnienia oporności źródła zasilania. Dla zmniejszenia wrażliwości na zmiany oporności źródła, powszechnie stosuje się kondensatory odsprzęgające włączone równolegle ze źródłem zasilania. Zmniejszają one impedancję źródła i zapobiegają wzbudzeniu. Godnym polecenia sposobem jest użycie stabilizatora scalonego, choćby rodziny 78XX. W naszym prostym układzie nie zdecydowaliśmy się na stabilizator, konieczne więc było zastosowanie kondensatorów odsprzęgających o znacznej pojemności: C1 - 470µF i C3 - 220µF. Istotną rolę odgrywa też kondensator C18, jednak przy dużej wartości współpracujących rezystorów R12 i R13 wystarczy tu pojemność 10µF. Nie bez znaczenia jest też nietypowy sposób włączenia mikrofonu. Kondensatory znakomicie odsprzęgają zasilanie w zakresie częstotliwości ponad 100Hz. Jednak dla częstotliwości najmniejszych, rzędu kilku herców (i mniej) decydujące znaczenie i tak ma rezystancja baterii. Układ zasilany z baterii o znacznej rezystancji (częściowo wyczerpana najtańsza bateria węglowa) będzie więc miał tendencję do wzbudzania się na częstotliwości rzędu kilku, kilkunastu herców. Z tego względu do zasilania zaleca się baterie alkaliczne lub akumulatorki, bowiem ich mała rezystancja wewnętrzna zapobiega samowzbudzeniu.

Proponujemy wszystkim Czytelnikom przeprowadzenie prostego eksperymentu pokazującego praktycznie problem odsprzęgania zasilania. Dla zwiększenia rezystancji źródła należy wylutować kondensatory C1 i C3 oraz włączyć szeregowo z baterią amperomierz lub rezystor o wartości 10...47W. Aby wyeliminować sprzężenie akustyczne, mikrofon należy zewrzeć lub rozewrzeć (oba przypadki dają nieco inne warunki pracy układu). Okaże się, iż przy zwiększaniu wzmocnienia układ będzie się wzbudzał na niskiej częstotliwości - objawi się to terkotem lub miarowym stukaniem w słuchawkach. Następnie dla bliższego poznania zjawiska można przeprowadzić próby montując jako C1 i C3 elektrolity o wartościach z zakresu 10...2200µF, a następnie sprawdzić, przy jakim ustawieniu potencjometru P1 układ zacznie się wzbudzać na niskich częstotliwościach.

Piotr Górecki

Cd. ze str. 11

Ten sam Czytelnik z pewnością zauważył też jakiś dziwny punkt na płytce programatora, oznaczony literą "X" i miejsce na wlutowanie dwóch pinów. Z pewnością wielu Kolegów jest nieco zawiedzionych proponowanym programatorem, uważając że osiem linii danych to stanowczo za mało dla ich rozbudowanej konstrukcji, np. makiety kolejowej. Rozwiązanie problemu jest proste: przecież nasze moduły programatorów możemy łączyć ze sobą równolegle praktycznie w dowolnej ilości! Wszystkie wejścia sterujące i zasilanie mogą być wspólne, a osobno należy wyprowadzić wejścia/wyjścia danych. Problem powstałby jedynie z zegarem sterującym, ponieważ zapewnienie idealnej synchronizacji systemu byłoby praktycznie niemożliwe. Jeżeli więc mamy zamiar korzystać z kilku programatorów jednocześnie, to jeden z nich musimy potraktować jako nadrzędny i nic na jego płytce nie zmieniać. Natomiast na płytce drugiego (lub wielu innych) programatora należy przeciąć ścieżkę tuż obok punktu X, w miejscu zaznaczonym wyraźnie przewężeniem ścieżki.

Tab. 2.

Pin	Opis wyprowadzenia
1	GND
2	We/wy danych D0
3	We/wy danych D1
4	We/wy danych D7
5	We/wy danych D6
6	We/wy danych D5
7	We/wy danych D4
8	We/wy danych D3
9	We/wy danych D2
10	Wejście RECORD
11	Wejście RESET
12	Wejście REPLAY
13	Logiczny stan wysoki przy odtwarzaniu
14	UCC (+5VDC)

Następnie punkty X podporządkowanych programatorów łączymy ze sobą i z takim samym punktem za płytce programatora głównego. Elementów R2 i C4 na płytkach podporządkowanych programatorów w zasadzie nie musimy w takim układzie montować. Ponieważ jednak nasze urządzenie powinno być w pełni uniwersalne, lepiej jednak zamontować te elementy. Rozwiązanie takie umożliwi po ewentualnym rozłączeniu programatorów na używanie ich jako osobnych urządzeń (po założeniu jumpera w punkcie X).

Na zakończenie autor pozwala sobie zwrócić się z prośbą do Czytelników. Jak już wspomniano opisane wyżej urządzenie traktowane jest jako wstęp do całej serii układów z dziedziny "robotyki". Drodzy Koledzy, bardzo prosimy o nadsyłanie uwag i ewentualnych sugestii. Co chcecie sobie zbudować?

Zbigniew Raabe

Zadanie 5

Konkurs Tik-Tak

"Szkoła Konstruktorów" nabiera rozpędu. Otrzymujemy wiele ciekawych listów. Chcielibyśmy, żeby ten konkurs miał niejako dwie warstwy. Jedną niemal profesjonalną, zawierającą przemyślane do końca koncepcje opracowane przez "starych wyjadaczy". I drugą, lżejszą, z ciekawymi, ale może niedopracowanymi ideami naszych początkujących adeptów elektroniki. Dlatego bardzo cieszą nas szczegółowe rozwiązania nadsyłane przez doświadczonych praktyków - oby ich było jak najwięcej - a z drugiej strony, bardzo zależy nam na wykryciu i ujawnieniu utalentowanych młodych i bardzo młodych przyszłych fachowców, którzy dopiero "raczkują" w elektronice. Jak wynika z listów, niektórzy z Was nie bardzo wierzą we własne siły i są pełni obaw. Okazało się jednak, że to właśnie ci nieśmiali uczestnicy nadesłali bardzo wiele oryginalnych i interesujących pomysłów. Nie obawiajcie się więc popełnienia jakiś błędów, przysyłajcie także rozwiązania częściowe.

Nadeszły wakacje, ale Szkoła Konstruktorów działa bez przerwy. Oczywiście, wakacyjno-urlopowe zadanie musi być trochę łatwiejsze niż zadania publikowane w innych miesiącach. Dlatego ogłaszamy wakacyjny konkurs Tik-Tak.

Każdy zna takie cukierki. Nas interesują jednak nie cukierki, tylko pudełko po tych cukierkach. W zasadzie temat naszego zadania jest dowolny.

Zadaniem 5 jest **zaprojektowanie jakiegokolwiek urządzenia elektronicznego, przydatnego w pracowni, w domu, czy gdziekolwiek indziej, które umieszczone będzie w pudełku po cukierkach Tic-Tac**.

Przedstawione zadanie daje szerokie pole do popisu wszystkim elektronikom, którzy cokolwiek robią w dziedzinie szeroko pojętej elektroniki. W konkursie wezmą udział wszystkie nadesłane pomysły, ale tym razem, jeśli byłoby to możliwe, przyślijcie działające modele zaprojektowanych urządzeń.

Jeśli przyślecie do redakcji ciekawe modele, przedstawimy je wszystkim Czytelnikom w październikowym numerze EdW, a najciekawsze przyrządy, przydatne w praktyce, mają szanse trafić do działu Forum Czytelników.

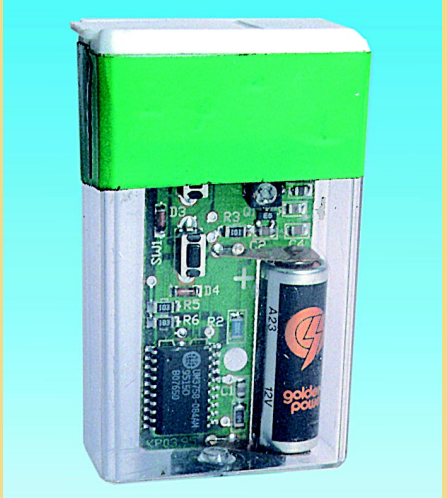
Działający model poważnie zwiększa Wasze szanse na nagrodę, ale nagrodzimy też wszelkie interesujące i praktyczne pomysły i idee zrealizowane tylko na papierze. Szansę na nagrodę lub wyróżnienie mają oczywiście wszystkie pomysły, również te najprostsze. Urządzenie nie musi być skomplikowane, wystarczy by było oryginalne i przydatne. Nie śmiem namawiać Was na próby wykorzystamia miniaturowych elementów do montażu powierzchniowego (SMD), ale wiem, że wielu z Was lubi wszelkie miniaturki. Dlatego, jeśli nawet nigdy nie próbowaliście montażu elementów SMD, a macie jakiś ciekawy pomysł ich wykorzystania, przyślijcie sam pomysł.

Sam wykonałem kiedyś kilka praktycznych przyrządzików w pudełkach po Tic-Tacach. Były to różne urządzenia pomiarowe, począwszy od generatorów i testerów, a skończywszy na miernikach. Posługiwałem się nimi kilka lat; mała obudowa okazała się świetnym rozwiązaniem. To było bardzo interesujące, zmieścić prawie całe laboratorium, składające się z kilku małych pudełek, w kieszeni koszuli. Przyrządy te, pomimo niewielkiej dokładności i stabilności parametrów naprawdę dobrze sprawdzały się w praktyce, zwłaszcza w warunkach polowych przy serwisie.

Oczywiście oprócz przyrządów pomiarowo-kontrolnych, warto zaprojektować jakieś urządzenia z zakresu elektroniki codziennego użytku, czy rozrywki.

Wskazówki praktyczne

Przed laty jedynymi dostępnymi bateriami nadającymi się do wykorzystania w miniaturowym sprzęcie były ogniwa zegarkowe o napięciu 1,2...1,5V. Dziś warto pomyśleć o zastosowaniu ogniw litowych, mających napięcie 3V. Do wielu układów wystarczy jedna taka bateria. Ogniwa litowe mają znormalizowane średnice: 12, 16, 20, 24mm. Pierwsze dwie cyfry w oznaczeniu ogniwa litowego informują o średnicy, dwie następne - o jego grubości (w dziesiątych częściach milimetra. Na przykład ogniwo CR2032 ma średnicę 20mm i grubość 3,2mm. Warto stosować ogniwa większe i grubsze, ponieważ przy podobnej cenie i niewiele większej objętości, mają znacznie większą pojemność jak pokazuje to poniższy wykaz:



Autor lub autorzy najlepszego rozwiązania zostaną uhonorowani wybranymi przez siebie zestawami AVT o łącznej wartości 100 zł. Autorzy opublikowanych propozycji zadań będą mogli wybrać zestaw(y) AVT o wartości 30 zł. Nie trzeba od razu określać, jakie zestawy czy podzespoły chce się otrzymać w nagrodę - laureaci otrzymują pocztą stosowną ankietę z firmy AVT.
Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i dokładny opis działania; model i schematy montażowe nie są wymagane. Na rozwiązania czekamy do końca miesiąca podanego na okładce EdW (zadanie 5 - do 31 lipca 1996).
Ponieważ w naszym konkursie biorą udział uczestnicy zarówno bardzo młodzi, jak i zdecydowanie starsi, bardzo prosimy, podawajcie w listach swój wiek.

CR1616 - 40mAh
CR2016 - 70mAh
CR2025 - 120mAh
CR2032 - 170mAh
CR2430 - 270mAh

Popularne i tanie ogniwa alkaliczne LR44 o średnicy 11,6mm i wysokości 5,4mm, przy napięciu 1,5V mają pojemność około 100mAh.

Można też zastosować gotowe 6- czy 12-woltowe barterie stosowane w pilotach. Należy jednak mieć na uwadze, że przy znacznej cenie ich pojemność może być mała, rzędu kilkunastu...kilkudziesięciu mAh.

Przy napięciu 3V mogą pracować prawie wszystkie kostki cyfrowe CMOS serii 4000, wszystkie kostki popularnej serii 74HCXX, a także niektóre wzmacniacze operacyjne, na przykład podwójny LM358 czy poczwórny LM324. Jednak często jedno ogniwo litowe nie wystarczy. Ma bowiem ono znaczną rezystancję wewnętrzną, i przy przepływie prądu rzędu kilku mA (a także przy częściowym rozładowaniu ogniwa) napięcie zasilające okaże się zbyt niskie.

Oprócz problemu baterii, istotną sprawą jest wyłącznik zasilania i ewentualne przełączniki zakresów. Dopuszczalnym rozwiązaniem jest zastosowanie zewnętrznej baterii 9V typu 6F22, połączonej z obudową gumką-recepturką. Wtedy nie trzeba stosować wyłącznika zasilania - wystarczy odłączyć klips-nasadkę baterii.

Ja z wielopozycyjnymi przełącznikami zakresów radziłem sobie w prosty i skuteczny sposób, montując w pokrywce pudełka gniazda wielostykowe, np. popularne złącze komputerowe DB9. Przełączanie odbywało się przez wtykanie styku-szpilki do odpowiedniej dziurki w gnieździe.

Do wyłączenia zasilania można również wykorzystać wspomniane złącze i zworę albo też jakiś miniaturowy wyłącznik. Nie warto natomiast bawić się w samodzielne budowanie wyłączników czy przełączników mechanicznych, ponieważ na pewno nie będą one mieć wymaganej trwałości i szybko się zepsują.

W roli wskaźników czy sygnalizatorów można wykorzystać diody LED, brzęczyki piezo (w razie potrzeby można je zamocować na zewnątrz obudowy), czy nawet miniaturowe wskazówkowe mierniki wysterowania stosowane dawniej w magnetofonach. Może dobrym rozwiązaniem będą dołączane z zewnątrz słuchawki od Walkmana.

Pewnym problemem może być trwałość plastikowej obudowy. Pudełka są wytwarzane z tworzywa o niezbyt dobrych właściwościach mechanicznych, więc niekiedy pęka i kruszy się krawędź obudowy. Dla zwiększenia trwałości należy od razu brzeg pudełka owinąć dwoma zwojami dobrej taśmy samoprzylepnej, jak pokazano to na fotografii.

Rozwiązanie zadania nr 2

Tematem drugiego zadania Szkoły Konstruktorów było zaproponowanie ciekawych zastosowań układów ISD, kostek służących do zapamiętywania i odtwarzania komunikatów dźwiękowych.

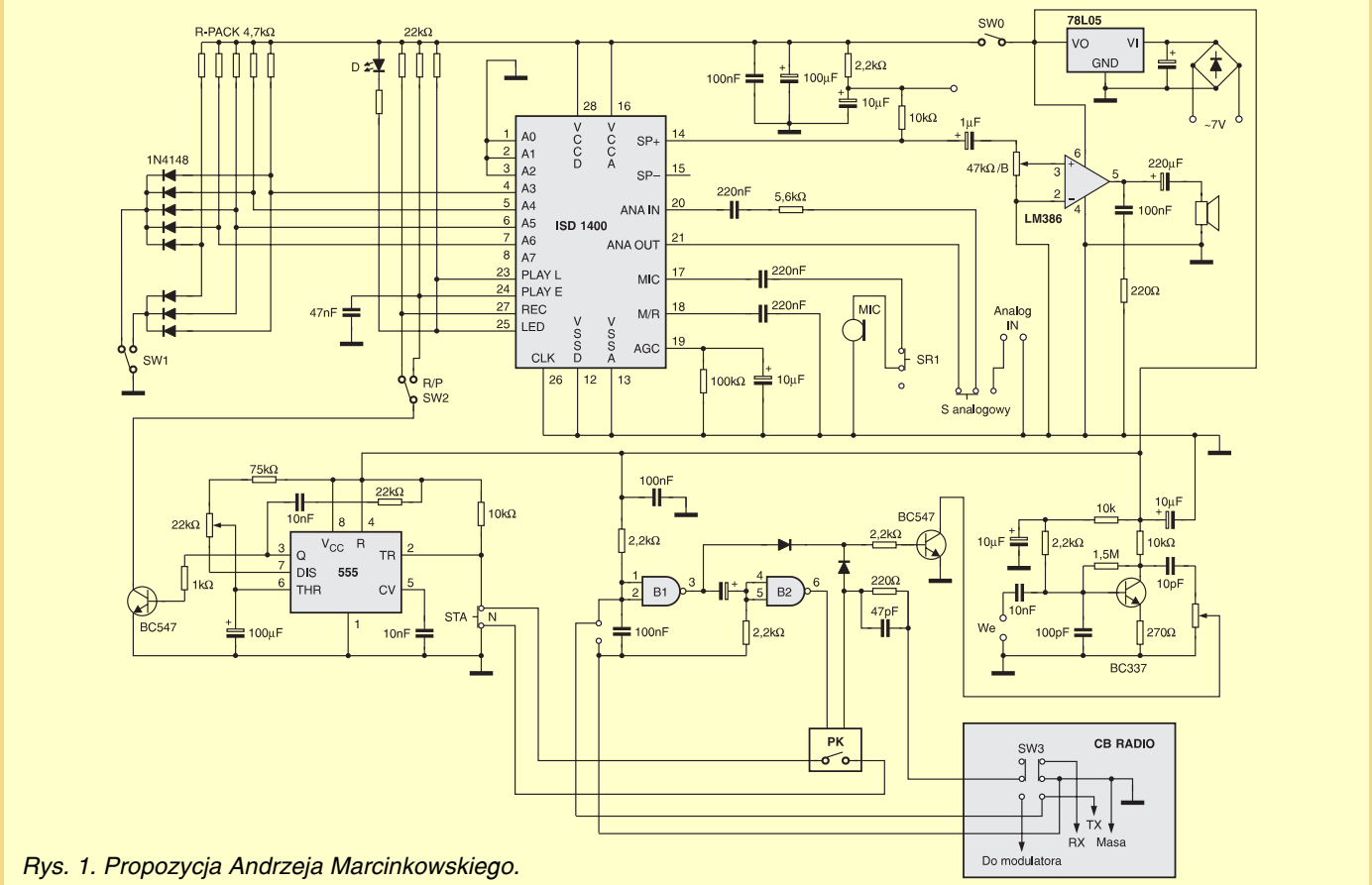
Drugie zadanie okazało się dużo trudniejsze niż pierwsze. Do redakcji nadeszło znacznie mniej odpowiedzi, ale za to wśród listów znalazły się dwa pomysły zdecydowanie wyróżniające się spośród pozostałych. Ponieważ zaproponowane dwa urządzenia naprawdę zasługują na uwagę, w rozwiązaniu konkursu wypada opisać je szczegółowo. W części końcowej podam też ciekawsze idee zaproponowane przez innych uczestników konkursu.

Andrzej Marcinkowski ze Świdnicy proponuje wykorzystanie układów ISD *do tworzenia i automatycznej emisji różnorodnych komunikatów, wykorzystywanych w technice radiowej CB i KF. W proponowanym rozwiązaniu, zadaniem układu jest odtworzenie krótkiego komunikatu "Break" po naciśnięciu i zwolnieniu przycisku nadawania w mikrofonie. Istnieje także możliwość nagrania komunikatu wywoławczego określonej stacji i użycie go podobnie jak komunikatu "Break". Układ może pracować z modulacją AM, FM i SSB. Ze względu na znaczne wymiary zmontowanego układu, zachodzi potrzeba niewielkiej przeróbki posiadanego mikrofonu (wstawienie kilku dodatkowych przełączników, a co się z tym wiąże, doprowadzenie jeszcze kilku przewodów) oraz wykonanie niewielkiej przystawki, gdyż układ także nie zmieści się w obudowie posiadanego radiotelefonu. Ładnie i estetycznie wykonana obudowa nie powinna stanowić problemu, ale efektownie wyglądający "bajer". Odpowiednie wykorzystanie układu powinno w znacznym stopniu usprawnić nawiązanie łączności.*

Oryginalny schemat przysłany przez Andrzeja jest pokazany na **rysunku 1**.

A oto fragmenty opisu działania:

W normalnym trybie pracy radiotelefonu, w naszym układzie będzie pracował jedynie mikrofon, zasilacz, oraz wzmacniacz mikrofonowy z tranzystorem BC337. Po wciśnięciu przycisku "nośnej" w mikrofonie, czyli zwarciu przycisku SW3 (który posiada kilka niezależnych sekcji) radio zostanie przełączone na nadawanie. Sygnał z mikrofonu zostanie podany na modulator nadajnika, a stamtąd po-



Rys. 1. Propozycja Andrzeja Marcinkowskiego.

przez wzmacniacz w.cz. zostanie wysłany w eter.

Jak wykorzystać procesor ISD? Na początku należy zewrzeć SW0 i wtedy do dyspozycji mamy dwa banki pamięci o czasie zapisu po ok. 9,5s. Aby wprowadzić określony sygnał "Rogera" należy wybrać jeden z dwóch obszarów pamięci przełącznikiem SW1. Następnie należy ustawić SW2 w pozycji REC - zapis, a SW4 w pozycji, gdy sygnał z mikrofonu jest podawany do wejścia mikrofonowego procesora. Wszystkie te przyciski powinny znajdować się w przystawce. (...) Następnie zwieramy przycisk N i wprowadzamy krótki tekst. W moim przypadku w pierwszej części pamięci był komunikat BREAK, w drugiej OVER (można także wprowadzić fanfary z syntezatora, itp. - w tym celu należy wykorzystać końcówkę ANA IN (nóżka 20).

Jeśli mamy nagrane niezbędne komunikaty, przełączamy odpowiednio przełączniki SW1, SR1, SW2.

Jeśli teraz zewrzemy przycisk SW3, będziemy mogli prowadzić normalną rozmowę. Sygnał z mikrofonu jest wzmacniany i podawany na wejście radia.

Druga sekcja przycisku SW3 zewrze między innymi wejście układu opóźniającego z bramkami B1, B2, co spowoduje pojawienie się stanu wysokiego na wyjściu bramki B1. Po zwolnieniu przycisku opadające zbocze na wyjściu B1 spowoduje zadziałanie uniwibratora zestawionego z bramki B2, kondensatora 470µF i rezystora 2,2kW. Na wyjściu bramki B2 pojawi się na około 0,5s impuls dodatni, który uruchomi na ten czas przekaźnik PK i zostanie wyprowadzony komunikat OVER. Komunikat nie może być dłuższy niż czas określony stałą czasową RC w układzie opóźniającym bramki B2 (470µF, 2,2kW).

Andrzej rysując schemat popełnił kilka błędów. Pewnie się spieszył i dlatego nie sprawdził dokładnie rysunku - to się niestety często zdarza wszystkim elektronikom. Idea układu jest prawidłowa, opis działania poprawny, ale nie do końca zgadza się z rysunkiem 1. Między innymi brakuje połączenia między wolnym stykiem przełącznika SR1 a wejściem wzmacniacza mikrofonowego. Nie ma też żadnego bezpośredniego połączenia między wyjściem kostki ISD, a wejściem radia (chyba, że przez głośnik i mikrofon). Błędnie został narysowany obwód sterowania przekaźnika PK - przekaźnik ten powinien być umieszczony w kolektorze tranzystora BC547.

Te błędy można jednak usprawiedliwić.

Ale w sumie pomysł wykorzystania układów ISD w radiokomunikacji jest bardzo dobry i naprawdę zasługuje na większą uwagę. Oczywiście układ zrealizowany według schematu z rysunku 1 nie będzie pracował, jednak po niewielkich przeróbkach może znakomicie spełniać swoje zadanie, jak pisze Autor, *"najlepszego Roger-beepa w eterze".*

Samodzielne opracowanie pełnowartościowego układu jest dość trudnym zadaniem, ale jeśli ktoś chciałby spróbować swych sił, może uwzględnić poniższe uwagi.

Wydaje się, że lepszym rozwiązaniem byłoby użycie do zapisu komunikatów oddzielnego mikrofonu - elektret kosztuje 0,5...1,5zł. Ponadto zarówno mikrofon współpracujący z kostką ISD, jak i timer z układem 555 są potrzebne tylko przy zapisie. Można więc zmontować na płytce uniwersalnej układ z podstawką pod ISD1420, służący tylko do zapisu komunikatów. Niepotrzebny wydaje się też wzmacniacz wyjściowy z kostką LM386 i głośnik. Sygnał z kostki ISD można przecież podawać przez stosowny rezystor wprost na obwody mikrofonu używanego podczas łączności.

Przy takiej koncepcji potrzebny byłby oddzielny układ służący tylko do zapisu, ale za to prawdziwy Roger-beep byłby prostszy i mniejszy, przez co można by próbować upchnąć go do obudowy mikrofonu lub radia.

W takim Roger-beepie nie może jednak zabraknąć obwodu opóźnionego przełączania z nadawania na odbiór po puszczeniu przycisku (na rys. 1 - SW3). Andrzej zastosował tu uniwibrator z bramką B2 i elementami RC, ale lepszym rozwiązaniem wydaje się zastosowanie przerzutnika RS i wykorzystanie sygnału z wyjścia LED kostki ISD, ponieważ czas odtwarzania komunikatu nie będzie ograniczony wartością zastosowanych w obwodzie uniwibratora elementów RC. Naciśnięcie przełącznika nadawanie/odbiór powodowałoby ustawienie przerzutnika, a jego zerowanie zapewniałby krótki ujemny sygnał EOM pojawiający się na wyjściu LED na koniec komunikatu odtwarzanego z pamięci. Oczywiście taki przerzutnik musiałby sterować przekaźnikiem. Wtedy styki przekaźnika pełniłyby rolę przełącznika nadawanie/odbiór, sterując pracą radia.

Warto byłoby też przewidzieć możliwość zapisania i odtworzenia większej ilości komunikatów - oprócz krótkiego komunikatu OVER (lub równorzędnego), automatycznie odtwarzanego na koniec każdego cyklu nadawania, układ powinien mieć możliwość po naciśnięciu odpowiednich przycisków wysłania w eter różnych słownych lub jeszcze lepiej muzycznych komunikatów.

Andrzej Marcinkowski, pomimo popełnionych pomyłek, jest jednym z nagrodzonych w naszym konkursie. Ponieważ podjęty przez Andrzeja temat interesuje większe grono Czytelników (wiemy to z listów przysyłanych do redakcji), nie zamykamy tematu skonstruowania praktycznego Roger-beepa z wykorzystaniem kostki ISD. Jeśli ktoś wykona takie urządzenie i przyśle je do redakcji, chętnie opiszemy je w ramach Forum Czytelników.

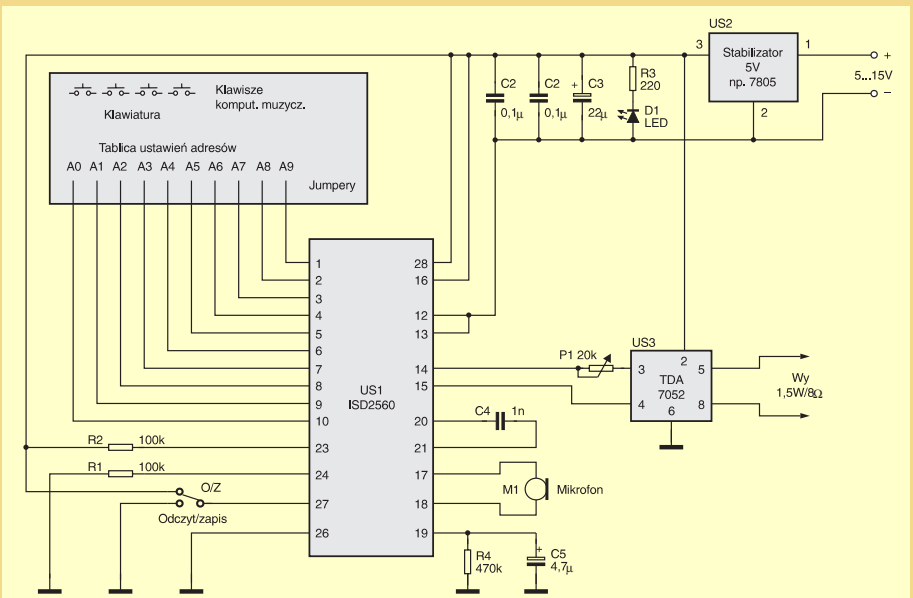
Drugi interesujący pomysł nadesłał **Jarosław Baran** z miejscowości Rów. Oto fragmenty jego listu:

Często pisząc na klawiaturze komputera popełnia się błędy wciskając nie ten klawisz co potrzeba. Proponowany przeze mnie układ rozwiązuje w części ten problem. Układy ISD serii 25XX w trybie adresowym mają dostępnych 600 bloków pamięci. (...) Tak więc mamy do dyspozycji 300 komunikatów o długości 0,2s. Tak więc można sobie nagrać wszystkie litery, cyfry i znaki dostępne na klawiaturze komputera, a potem je odtwarzać, wciskając te klawisze. Długość nagrania danego komunikatu należy dobrać doświadczalnie - czas ten będzie wynosił od 0,1s (1 blok) do 0,5s (5 bloków), w zależności od czasu wymawiania danego znaku. W razie gdyby układ ISD2560 był za mały, można równie dobrze dać 2590. (...)

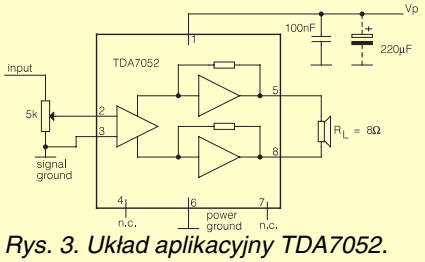
Tak więc, można za pomocą takiego układu pisać bezbłędnie, gdyż każdy znak będzie potwierdzony np. własnym głosem, że wciśnięto taką, a taką literę (znak). Podobnie ma się rzecz z klawiaturą muzyczną, gdzie można wykorzystać układ np. do nauki nut, muzyki (komunikaty "do","re", itd.).

W przypadku większej ilości komunikatów lub zbyt małej pojemności pamięci, układ bardzo łatwo można rozszerzyć, wstawiając drugi układ i nagrywając dalsze komunikaty. Po nagraniu, ustawieniu jumperków, przełączeniu układu na odczyt i podłączeniu, urządzenie może służyć jako "mówiąca" przystawka do komputera lub instrumentu. (...)

Układ ten można podłączyć także do innych urządzeń (np. audio-wideo) i wykorzystać do informowania o włączonych funkcjach lub np. nagrać kilka-kilkanaście krótkich dźwięków itp. i włączając klawisz rozpocząć odtwarzanie (np. przerywnik w nagraniach, dla zabawy). Układ ten można wykorzystać do informacji o niezamkniętym oknie, drzwiach itp. (włącznik - np. kontaktron + magnes) - słowny komunikat (np. otwarte drzwi w przedpokoju itp.), etc.



Rys. 2. Propozycja Jarosława Barana.



Rys. 3. Układ aplikacyjny TDA7052.

Układ połączeń proponowany przez Jarosława pokazany jest na **rysunku 2**. Znów można powiedzieć, że na pewno Autor opracowywał schemat samodzielnie... bo układ z rysunku 2 na pewno nie będzie działał.

Przede wszystkim Jarosław zapomniał, że układ ISD do rozpoczęcia zapisu czy odtwarzania wymaga użycia wejścia CE\ (nóżka 23), ewentualnie PD (n. 24). Ponadto wzmacniacz TDA7052 nie może pracować w proponowanym połączeniu.

To, że na schemacie błędnie zaznaczone są numery nóżek, można przypisać zwykłej ludzkiej pomyłce Autora. To się zdarza każdemu z nas. (W tym miejscu pomyślcie, ile pracy kosztuje naszą redakcję wyszukanie wszystkich takich pomyłek w każdym numerze EdW, bo przecież rubryka Errare humanum est jest w sumie bardzo uboga.)

W kostce TDA7052 (oraz w ulepszonych wersjach TDA7052A czy 7052B mających możliwość regulacji głośności za pomocą napięcia doprowadzonego do końcówki 4) plusem zasilania jest nóżka 1, wejściem są nóżki 2 i 3, a wyjściem - końcówki 5 i 8. Jednak ewidentnym błędem Autora jest umieszczenie potencjometru P1 (prawdopodobnie do regulacji głośności) szeregowo w obwodzie wejściowym, i dołączenie wejść TDA7052 wprost do wyjść SP układu ISD. Firmowy układ aplikacyjny TDA7052 podany jest na **rysunku 3**. TDA7052 ma wzmocnienie wynoszące typowo 90 razy, co jest o wiele za dużo niż potrzeba do ewentualnego wzmocnienia sygnału z wyjść SP kostki ISD. Jeśli stosowany miałby być dodatkowy wzmacniacz, to przy zasilaniu go napięciem 5V powinien on mieć wzmocnienie 2...5 razy, albo też należałoby zastosować dzielnik zmniejszający napięcie wyjściowe układu ISD.

Jak wiadomo, podczas odczytu na wyjściach SP pojawia się napięcie stałe rzędu 1,5V, podczas gdy w spoczynku występuje tam potencjał masy. Dla uniknięcia stuku w głośniku na poczatku odtwarzania, zewnętrzny wzmacniacz powinien mieć wejście różnicowe. Nie znam wewnętrznego schematu kostki TDA7052, i być może (a nawet jest to prawdopodobnie), że wejścia 2 i 3 rzeczywiście tworzą wejście różnicowe. Jednak wzmocnienie układu wynoszące 39dB (90x), przekreśla możliwość pracy w układzie zaproponowanym na rysunku 3.

Jarosław proponuje ponadto zastosowanie tablicy kodowej do wybierania komunikatów. Tablica taka miałaby współpracować z klawiaturą komputera czy instrumentu muzycznego. Tablica, według Autora składałaby się z odpowiedniej liczby jumperków - po 10 do wybrania adresu każdego komunikatu (w rzeczywistości musiałaby też zawierać taką samą liczbę diod i 10 rezystorów - patrz **rysunek 4**).

Rozwiązanie wykorzystujące taką tablicę jest uzasadnione, gdy w grę wchodzi kilka komunikatów. Ale i wtedy nie warto stosować dziesięciu jumperków na jeden adres, tylko wykorzystać kilka (5...7) starszych bitów adresu. W przeciwnym razie koszt jumperków przekroczy koszt całej reszty układu i tablica będzie miała niedopuszczalnie duże rozmiary.

Innym, znacznie oszczędniejszym rozwiązaniem byłoby wykorzystanie dekodera w postaci odpowiednio zaprogramowanej pamięci EPROM. A od pamięci EPROM już tylko krok do wykorzystania mikroprocesora. I tu rzeczywiście otwiera się niezliczona ilość możliwości wykorzystania układów ISD.

Ale spośród idei zaproponowanych przez Jarosława, na szczególną uwagę zasługuje uwaga: *"układ można wykorzystać do informacji o nie zamkniętym oknie, drzwiach itp."* Ja sam noszę się z takim pomysłem od przynajmniej dwóch lat. Czy nie jest to świetny sposób na uzupełnienie czy stworzenie domowej domowej sieci informacyjno-alarmowej, gdzie głosem podawane byłyby informacje typu "dzwonek do furtki", otwarte dolne drzwi", "intruz w garażu" itp.

Jarosław pomimo popełnienia szeregu błędów otrzymuje nagrodę, ponieważ zaproponował kilka ciekawych zastosowań. (A tak w ogóle, jest to jeden z naszych najaktywniejszych Czytelników - otrzymaliśmy od niego najwięcej listów z pomysłami i różnymi rozwiązaniami. Mamy nadzieję, że za jakiś czas będzie on prawdziwym konstruktorem i wtedy zaprezentuje się na łamach EdW jako autor artykułów.)

Spośród innych nadesłanych rozwiązań należałoby wyróżnić **Michała Jakóbczyka** z Będzina za pomysł z przymrużeniem oka pod tytułem "Elektroniczna ściąga". Michał przysłał opracowany przez siebie schemat, a na początku listu pisze:

Uwaga! Uwaga! Dla wszystkich tych, którzy mają kłopoty ze schowaniem papierowych ściąg. Na klasówki i do odpowiedzi. Przy tablicy czy w ławce, zawsze nieocenioną pomocą będzie dla was elektroniczna ściąga. Urządzenie można włożyć do kieszeni, przewód pod ubranie, słuchawka w uchu. Teraz wystarczy nacisnąć przycisk "start" i wysłuchać jednej z 30-sekundowych podpowiedzi, które wcześniej nagrałeś.

Nic dodać, nic ująć - drżyjcie nauczyciele!

Michał, za poczucie humoru i za bezbłędnie opracowany (choć brzydko narysowany) układ, dostajesz nagrodę-niespodziankę ufundowaną przez Redaktora Naczelnego.

Podobnie nagrodę-niespodziankę otrzymuje **Witold Warda** z Łodzi za propozycję wykorzystania kostki ISD w budziku. Rzeczywiście, wielu z nas nie znosi natrętnego dzwonienia czy piszczenia budzika i z ulgą powita budzenie w postaci głosu własnego, czy jakiejś bliskiej osoby. Aby układ naprawdę spełnił swoje zadanie, komunikat powinien być powtarzany wielokrotnie, aż do skutku i to najlepiej ze wzrastającą siłą głosu. Zwiększanie siły głosu można zrealizować na przykład wykorzystując kostkę TDA7052A czy 7052B, i podając na jej nóżkę 4 bardzo powoli rosnące napięcie stałe.

Inne pomysły, jakie dotarły do Redakcji dotyczyły zastosowania kostek ISD w różnych układach sygnalizacyjnych, ostrzegawczych, w sprzęcie kontrolno-pomiarowym, w automatyce, w urządzeniach alarmowych itp.

Ponieważ jednak sygnalizowano tylko ogólną ideę bez żadnych szczegółów realizacyjnych, nagrodzone zostały projekty bardziej szczegółowe, choć obarczone błędami.

W tej grupie niewątpliwie godnym zainteresowania okazał się pomysł syntezy mowy polegający na zapisaniu w kostce ISD oddzielnie poszczególnych dźwięków mowy polskiej i składanie ich w słowa i zdania przy użyciu mikroprocesora.

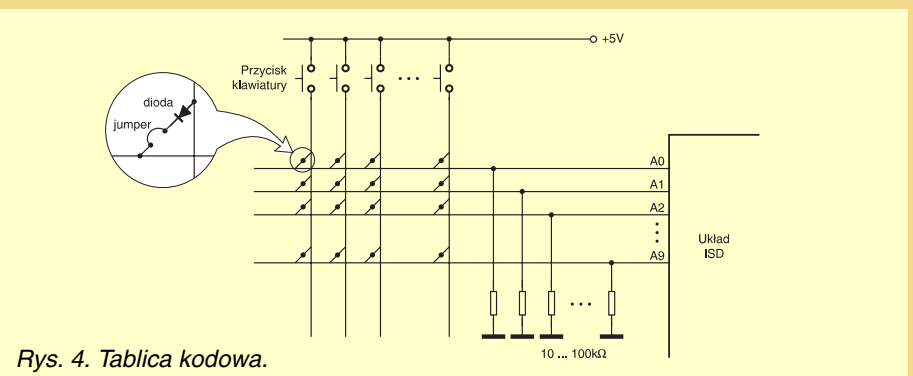
Idea jest prosta tylko na papierze, ponieważ przykładowo tę samą literkę **i** wymawiamy zupełnie inaczej, gdy jest to spójnik, i inaczej, gdy występuje w złożeniach (ni, wi, dzi, itp.), a jeszcze inaczej jako akcentowane lub nieakcentowane samogłoski w wyrazach. Jednak po dopracowaniu szczegółów byłaby to nieoceniona pomoc dla niewidomych czy niedowidzących. A tej jednej idei zabrakło w Waszych listach - wykorzystania układów ISD dla ułatwienia życia niewidomym.

Szereg ciekawych koncepcji wykorzystania ISD zgłosili także nasi współpracownicy z AVT, szczególnie nasz nieoceniony Redaktor Zbigniew Raabe i Szef Pracowni Konstrukcyjnej Sławomir Surowiński; jednak ich pomysły nie były analizowane w Szkole Konstruktorów - będziemy raczej czekać aż pojawią się na łamach EdW i EP jako w pełni opracowane urządzenia.

Za rozwiązanie drugiego zadania w Szkole Konstruktorów nagrody otrzymują: **Andrzej Marcinkowski** i **Jarosław Baran**, a wyróżnienia: **Michał Jakóbczyk** i **Witold Warda**.

Wszystkim uczestnikom konkursu należą się szczere gratulacje za próbę zmierzenia się z tym trudnym tematem. Osobom nagrodzonym i pozostałym uczestnikom życzę dalszych sukcesów w elektronice, oraz nagród w przyszłych miesiącach.

Wasz instruktor
Piotr Górecki



Rys. 4. Tablica kodowa.

System projektowania modułowego

część 7

W części 7 omówimy następujące moduły wejściowe, procesorowe i wyjściowe. ***Moduły wejściowe****: generator impulsów zegarowych synchronizowany częstotliwością sieci energetycznej, oscylator sterowany rezonatorem kwarcowym.* ***Moduły procesorowe****: diodowe bramki logiczne, licznik dzielący przez sto, prosty licznik z dekoderem do wyświetlacza 7-segmentowego.* ***Moduł wyjściowy****: dekoder-sterownik do wyświetlacza 7-segmentowego. Przykładowym projektem, w którym wykorzystano niektóre z tych modułów, jest układ odliczający czas, synchronizowany częstotliwością sieci energetycznej. Jego aktualny stan jest wyświetlany w sposób ciągły przez zespół czterech 7-segmentowych wyświetlaczy LED. Inny wariant tego układu składa się z oscylatora kwarcowego z takim samym modułem procesora, ale z wyświetlaczem LCD, dzięki czemu nadaje się do stosowania w układach przenośnych.*

Zasilacz

Moduły będą zasilane napięciem stałym 12V, takiego bowiem napięcia wymagają zazwyczaj przekaźniki, syreny, elektromagnesy itp. Do generatora impulsów zegarowych będzie natomiast potrzebne napięcie zmienne 9V 50Hz, które otrzymuje się przez transformator z sieci energetycznej 230V. Transformator ten równocześnie wchodzi w skład zasilacza napięcia stałego 12V.

W razie użycia wyświetlacza LCD, może okazać się konieczne obniżenie napięcia zasilającego do 9V, ponieważ niektóre LCD nie są przystosowane do wyższych napięć.

Generator impulsów zegarowych z napięcia zmiennego

Termin "impulsy zegarowe" oznacza w tym wypadku ciąg impulsów, używanych do pobudzania w wymaganym rytmie innych układów. Jak już wspomniano w poprzednich częściach serii, impulsy zegarowe mogą być generowane przez przerzutnik astabilny.

Przewagą sieci energetycznej 50Hz nad przerzutnikiem astabilnym przy stosowaniu impulsów zegarowych jest to, że w cyklu dobowym częstotliwość tę można uznać za stałą. Dzięki temu jej wielokrotności lub podwielokrotności mogą być używane do dokładnego wyznaczania czasu. Z częstotliwości sieci można otrzymać częstotliwości 50Hz, 100Hz, 1Hz itd., zależnie od użytego układu.

W ten sposób można osiągnąć znacznie wyższą dokładność niż za pomocą przerzutnika astabilnego. Wadą tego sposobu jest konieczność dysponowania dostępem do sieci, bateria nie wystarczy.

Niektóre urządzenia zasilane z sieci, zarówno fabryczne jak i opisywane w czasopismach, są określane jako "zasilane bezpośrednio z sieci". *Takie zasilanie jest bardzo niebezpieczne dla niedoświadczonych konstruktorów, dla których użycie transformatora należy uznać za konieczność.*

Można także kupić transformatorek z zespolonym wtykiem sieciowym, włączany bezpośrednio do gniazdka sieciowego. Jest to najbezpieczniejsze rozwiązanie, ponieważ wszystkie elementy, będące pod napięciem sieci są szczelnie zamknięte w plastykowej obudowie.

Otrzymywanie częstotliwości 100Hz

Schemat na **rys. 7.1** ilustruje sposób otrzymywania sygnału 100Hz z sieci

napięcia zmiennego 230V przy pomocy zasilacza.

Wartość szczytowa sygnału 100Hz w punkcie połączenia REC1 i D1 przewyższa napięcie w punkcie połączenia D1 i C1. Jest to szkodliwe dla liczników, sygnał ten został więc obniżony za pomocą dzielnika napięcia, złożonego z rezystorów R1 i R2, o typowych opornościach R1= 10kW i R2 = 47kW.

Otrzymywanie częstotliwości 50Hz

Rysunek 7.2 pokazuje, jak ten sam transformator sieciowy, używany do zasilania układu prądem stałym, wykorzystać do uzyskania sygnału 50Hz. Dwie połączone szeregowo diody D1 i D2 tworzą prostownik jednopołówkowy. Z wielu powodów, które nie będą tutaj omawiane, taki zasilacz jest mniej sprawny niż przedstawiony na rys. 7.1, zwłaszcza w przypadku większego poboru prądu przez zasilany układ. Typowe oporności rezystorów dzielnika napięcia R1 i R2 są takie same jak poprzednio.

Otrzymywanie sygnału prostokątnego

Sygnały wyjściowe układów z rys. 7.1 i rys. 7.2 są zniekształconymi sinusoidami, nie nadają się więc do użycia jako impulsy zegarowe. Niektóre układy wymagają impulsów o bardzo stromych zboczach.

Trudności te dają się pokonać za pomocą opisanego w części 1 przerzutnika Schmitta. Jego wyjście może być tylko w jednym z dwóch stanów, 0V albo +VE, z wykluczeniem wszelkich stanów pośrednich. (W rzeczywistości zmiana napięcia nie jest nigdy natychmiastowa, jest jednak dostatecznie szybka, aby w powolniejszych układach czas przerzutu mógł być traktowany jako pomijalnie krótki.) Schemat blokowy tak rozwiązanego układu jest przedstawiony na **rys. 7.3**.

Zaleta

- możliwość dokładnego długoterminowego wyznaczania czasu.

Wady

- konieczność dostępu do sieci energetycznej,
- brak możliwości stosowania w przenośnych urządzeniach zasilanych z baterii.

Oscylator kwarcowy

W razie potrzeby wysokiej dokładności czasu przy braku dostępu do sieci elektrycznej doskonałym źródłem impulsów zegarowych jest oscylator z rezonatorem kwarcowym. Na przykład w wielu zegarkach kwarcowych używa się rezonatorów na częstotliwość 32768Hz. Liczba ta może wydawać się dziwna, ale po 15-krotnym podzieleniu jej przez 2 otrzymuje się 1. Przedstawiając to inaczej:

32768Hz : 2^{15} = 1Hz

Jeżeli więc sygnał tego oscylatora kwarcowego zostanie podzielony 15 razy przez 2, otrzyma się sygnał o okresie równym dokładnie 1 sekundzie, nadający się do sterowania zegarem lub innym układem czasowym.

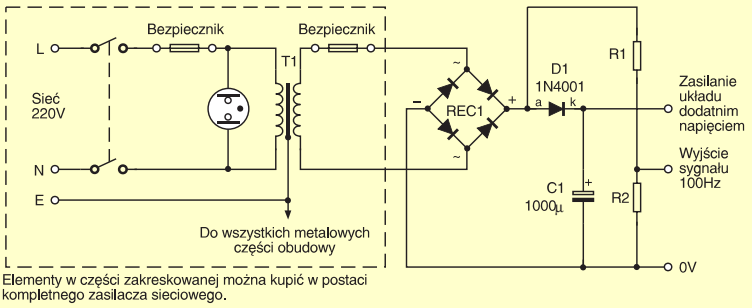
Do wprowadzenia oscylatora w drgania jest potrzebny jakiś rodzaj wzmacniacza, najlepiej bramka logiczna CMOS oraz ze dwa rezystory i kondensatory. Typowy układ oscylatora z pojedynczym inwerterem CMOS jest pokazany na **rys. 7.4**. Można także użyć jedną z wielu innych konfiguracji.

Do dzielenia częstotliwości przez 2 używa się przedstawionych w części 5 (rys. 5.7) przerzutników typu T. Aby otrzymać częstotliwość 1Hz, do wspomnianego wyżej oscylatora trzeba użyć 15 takich przerzutników. Brzmi to może zaskakująco, ale zajrzawszy do katalogów znajdzie się układy scalone pełne takich przerzutników. Na przykład licznik CMOS typu 4020B zawiera 14 stopni podziału plus dodatkową bramkę dla oscylatora kwarcowego. Może on zostać użyty jako kompletny generator czasu dostarczający sygnału 2Hz, jak pokazany na **rys. 7.5**. W razie potrzeby można go uzupełnić o jeden przerzutnik typu T z części 5, jeżeli jest wymagany sygnał 1Hz. Układ ten będzie działał z "zegarkowym kwarcem" o częstotliwości 32768Hz, zasilany napięciem do 12V.

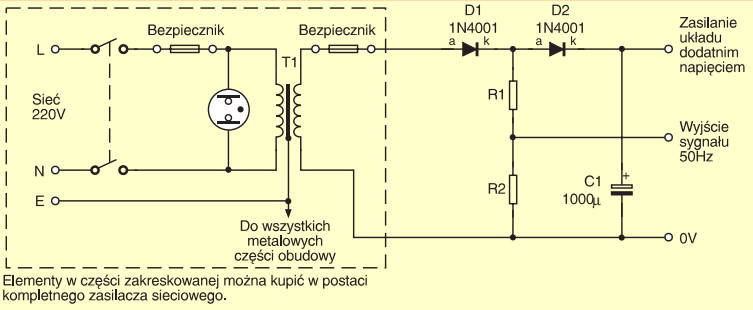
Inne wyjścia

Układ scalony 4060B ma szereg wyjść z różnych ogniw łańcucha przerzutników typu T. Zakładając użycie rezonatora 32768Hz można otrzymać częstotliwości podane w **tab. 1**.

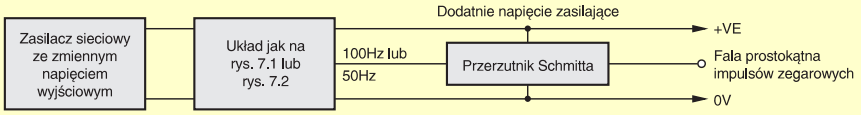
Trzeba pamiętać, że częstotliwości podane w tabeli odnoszą się do układu z rezonatorem 32768Hz. Przy innej



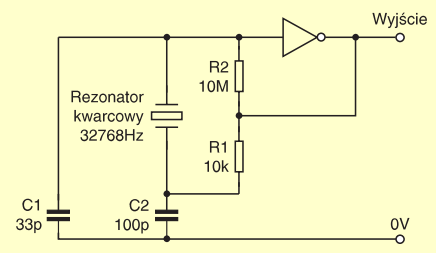
Rys. 7.1. Otrzymywanie sygnału 100Hz z zasilacza sieciowego. Typowe oporności R1 i R2 wynoszą odpowiednio 10kW i 47kW.



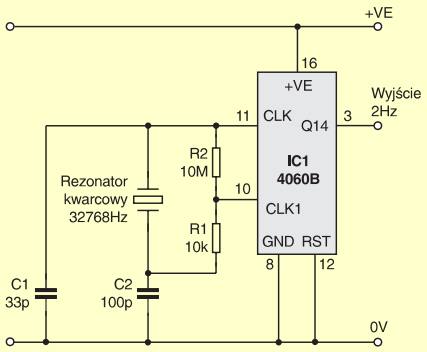
Rys. 7.2. Otrzymywanie sygnału 50Hz z zasilacza sieciowego.



Rys. 7.3. Przerzutnik Schmitta poprawia kształt sygnału zegarowego.



Rys. 7.4. Prosty układ oscylatora kwarcowego z inwerterem CMOS.



Rys. 7.5. Licznik z kwarcowym generatorem zegarowym.

Tab. 1.

końcówka	podział przez	częstotliwość (Hz)
3	2^{14}	2
2	2^{13}	4
1	2^{12}	8
15	2^{10}	32
13	2^{9}	64
14	2^{8}	128
6	2^{7}	256
4	2^{6}	512
5	2^{5}	1024
7	2^{4}	2048

Częstotliwość 16Hz (podział przez 2^{11}) nie jest wyprowadzona.

częstotliwości rezonatora częstotliwości wyjściowe będą inne. Można je obliczyć przy pomocy informacji z kolumny "podział przez". Na przykład podział przez 2^4 oznacza podział przez 2 x 2 x 2 x 2, czyli przez 16.

Warto zwrócić uwagę na użyteczność częstotliwości z wyprowadzenia 15. W razie użycia wyświetlacza ciekłokrystalicznego, do zasilania jego płyty tylnej (BP) jest potrzebne napięcie zmienne o kształcie prostokątnym i częstotliwości 30Hz do 100Hz. Sygnał 32 Hz z końcówki 15 idealnie nadaje się do tego celu, co pozwala oszczędzić na specjalnym generatorze. Końcówka 12 w 4060B jest wejściem kasowania. Układ funkcjonuje normalnie, gdy jest ono zwarte z 0V. Doprowadzenie do tego wejścia napięcia dodatniego wywołuje skasowanie całego licznika i wszystkie wyjścia przechodzą w stan niski (0V).

Diodowe bramki logiczne

Dotychczas w niniejszej serii omawiano bramki logiczne układów scalonych serii CMOS 4000. Istnieją jednakże inne rodzaje bramek scalonych, można je także konstruować ze wzmacniaczy operacyjnych, tranzystorów, a nawet diod.

Rysunek 7.6 pokazuje w jaki sposób można z pary diod i rezystora stworzyć bramkę OR (LUB) i bramkę AND (I). Jest to czasem bardzo użyteczne, gdy jest potrzebna jedna tylko bramka, a można zaoszczędzić cały układ scalony, w którym jest ich cztery. Taka prosta bramka ma oczywiście swoje ograniczenia. Przede wszystkim na każdej diodzie występuje spadek napięcia, który może być czasem niepożądany. Taka bramka pobiera pewien prąd, ale może dostarczyć tylko bardzo małego prądu. Innymi słowy, jej impedancja wejściowa jest mała, a wyjściowa duża.

Rezystor w bramce OR służy do utrzymywania napięcia wyjściowego na poziomie 0V, o ile na żadnym z jej wejść nie ma napięcia dodatniego. Jeżeli do jednego lub obu wejść zostanie doprowadzone napięcie dodatnie, wzrośnie także napięcie wyjściowe bramki.

Jeżeli jedno lub oba wejścia bramki AND zostaną połączone z 0V, to na wyjściu także będzie 0V. Jeżeli natomiast oba wejścia znajdą się pod napięciem dodatnim, to rezystor podciągnie wyjście także do napięcia dodatniego.

Pojedynczy tranzystor npn może zostać użyty jako bramka NOT (NIE), czyli inwerter, w sposób przedstawiony na **rys. 7.7**. Do tego celu nadaje się każdy tranzystor małej mocy, jak BC108, BC184L itp. Wyjściowy stan logiczny zawsze będzie odwrotny w stosunku do wejściowego. Można więc użyć go do transformacji bramki OR w bramkę NOR, a bramki AND w bramkę NAND.

Licznik dzielący przez 100

Moduł procesorowy pokazany na **rys. 7.8** jest licznikiem dzielącym przez 100, wykorzystującym układ scalony CMOS typu 4518B. Z licznika uzyskuje się impuls wyjściowy co każde 100 impulsów wejściowych. Jest to podwójny licznik BCD (dziesiętny kodowany dwójkowo), co oznacza że wyjście jest 4-bitowe dwójkowe, ale zeruje się nie za szesnastym impulsem, tylko za dziesiątym.

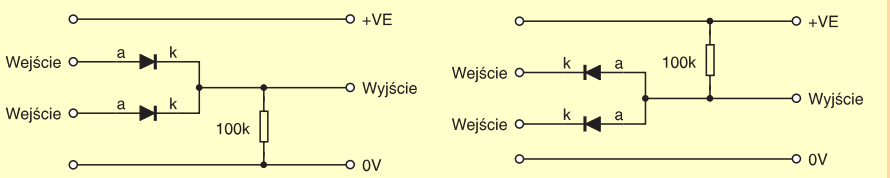
Układ scalony zawiera dwa zupełnie niezależne liczniki, A i B, zasilane za pośrednictwem wspólnych końcówek 8, 0V i 16, +VE. Rozmieszczenie wyprowadzeń układu 4518B jest podane w **tab. 2**.

Do pobudzania licznika może służyć zarówno wejście zegarowe, jak i wejście zezwalające, zależnie od tego czy mają być zliczane zbocza narastające sygnału, czy opadające. Sygnał zegarowy doprowadzony do wejścia zegarowego wyzwala licznik zboczami narastającymi, podczas gdy wejście zezwalające jest w stanie wysokim. Przerzucenie wejścia zezwalającego w stan niski zatrzymuje zliczanie.

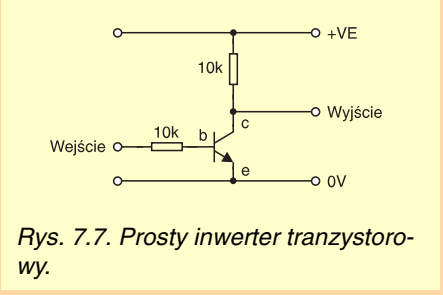
Jeżeli natomiast sygnał zegarowy zostanie doprowadzony do wejścia zezwalającego, to zbocza opadające sygnału wyzwalają zliczenia, gdy wejście zegarowe jest w stanie niskim. Przerzucenie wejścia zegarowego w stan wysoki zatrzymuje zliczanie.

W układzie przedstawionym na rys. 7.8 sygnał zliczania jest wprowadzany przez końcówkę 1 wejścia zegarowego licznika A. Zliczanie jest możliwe, ponieważ wejście zezwolenia, końcówka 2, jest utrzymywane w stanie wysokim.

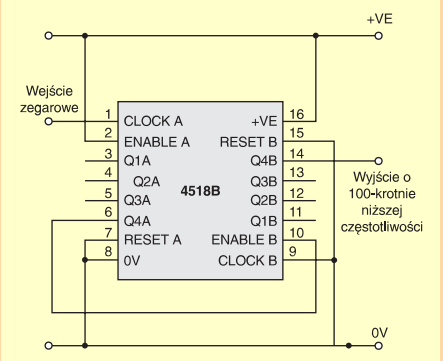
Wyjście Q4 przerzuca się ze stanu wysokiego w niski za każdym dziesiątym impulsem zegarowym, zostało więc połączone z końcówką 10 wejścia zezwalającego licznika B, który liczy każde zbocze opadające. Końcówka 9 wejścia zegarowego licznika B została więc połączona z 0V celem umożliwienia zliczania.



Rys. 7.6. Diodowa bramka OR (a) i diodowa bramka AND (b).



Rys. 7.7. Prosty inwerter tranzystorowy.



Rys. 7.8. Układ dzielący przez 100.

Tab. 2.

licznik A	licznik B	funkcja
1	9	wejście zegarowe
2	10	wejście zezwalające
3	11	wyjście Q1 (najmniej znaczące)
4	12	wyjście Q2
5	13	wyjście Q3
6	14	wyjście Q4 (najbardziej znaczące)
7	15	kasowanie

Dzielenie w ten sam sposób postępuje dalej w liczniku B kończąc się na wyjściu 14 (Q4), zatem podział od wejścia zegarowego 1 do końcowego wyjścia 14 wynosi 100.

Układ nadaje się do otrzymywania impulsów 1-sekundowych z doprowadzonego do końcówki 1 sygnału 100Hz. W razie potrzeby innego podziału niż przez 100, wyjścia można połączyć również w innej konfiguracji.

W układzie pokazanym na rys. 7.8 końcówki kasowania 7 i 15 są połączone z 0V, więc stanu licznika nie da się kasować. Jeżeli jednak kasowanie jest potrzebne, jak w poprzednio omówionych modułach (np. rys. 6.7 w części 6), należy przez rezystor obie końcówki kasowania połączyć z 0V. Można je wtedy przełącznikiem lub innym układem połączyć ze źródłem sygnału kasowania. Sposób ten został zastosowany w układzie z rys. 7.10.

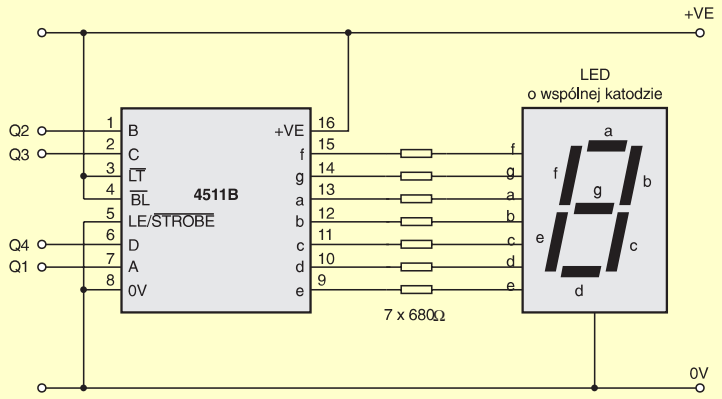
Wyświetlanie stanu licznika

Sterownik 7-segmentowego wyświetlacza elektroluminescencyjnego, wymagany dla każdej dekady licznika BCD, jest przedstawiony na **rys. 7.9**. Podobnie jak w opisanych w części 6 modułach LCD, segmenty takich wyświetlaczy są oznaczane literami a, b, c, d, e, f, g. Wyświetlacze te są wytwarzane w dwóch wariantach, ze wspólną anodą i ze wspólną katodą. W omawianym układzie użyto wyświetlacza ze wspólną katodą.

Rozmieszczenia wyprowadzeń wyświetlaczy są różne zależnie od typu i do ich identyfikacji trzeba posłużyć się katalogiem. Nie oznaczone wyprowadzenia należy pozostawić wolne.

Sterownik-dekoder BCD do wyświetlacza 7-segmentowego jest pokazany na rys. 7.9.

Końcówki wejść dwójkowych są oznaczona A, B, C, D i łączy się je z wyjściami Q1, Q2, Q3, Q4 licznika sterującego. Wyprowadzenia wyjść są oznaczone literami a do g i łączy się je z tak samo oznaczonymi wejściami segmentów wyświetlacza. Pomiędzy wyjściami sterownika a segmentami konieczne są rezystory ograniczające prąd. Diody



Rys. 7.9 Układ scalony 4511B przetwarza wejściowy format BCD na format odpowiedni dla 7-segmentowego wyświetlacza elektroluminescencyjnego.

elektroluminescencyjne zawsze wymagają rezystorów szeregowych (zostało to omówione w części 4). Oporność podana na schemacie zapewni jasne wyświetlanie przy zasilaniu 12V. Przy zasilaniu 5V oporność rezystorów trzeba obniżyć do 330W.

Tajniki wyświetlania

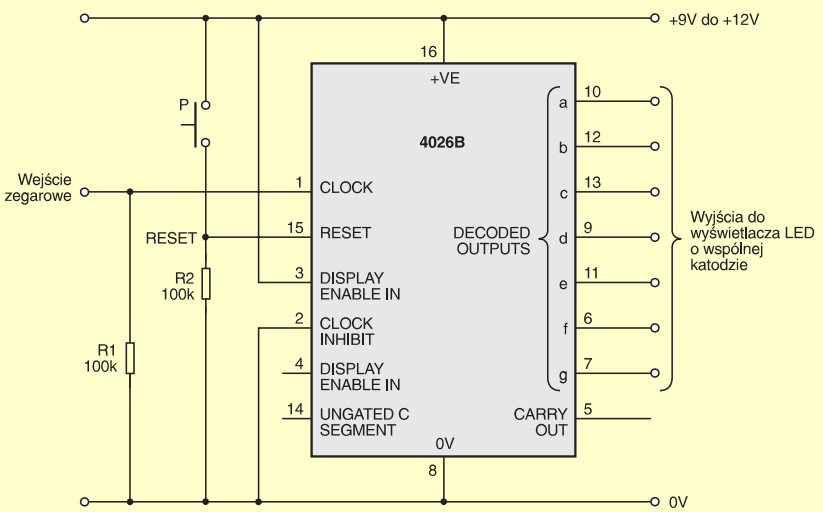
Schemat na rys. 7.9 ilustruje najprostszy sposób użycia 4511B. Jest on jednak zdolny do kilku dodatkowych sztuczek.

Jeżeli wejście 3, Lamp Test (LT), zostanie połączone z 0V, to napięcie wszystkich 7 wyjść staje się dodatnie, dzięki czemu dla sprawdzenia świeci wszystkie siedem segmentów. W czasie normalnego działania wejście to musi być połączone z zasilaniem.

Jeżeli wejście 4, Blanking (BL), zostanie połączone z 0V, to wszystkie wyjścia pozostaną w stanie niskim i wyświetlacz zostanie wygaszony. Jest to użyteczne w urządzeniach zasilanych z baterii, gdy układ działa normalnie, ale dla oszczędzenia baterii wyświetlacz zostaje zaświecony tylko na czas odczytu. Jeżeli nie korzysta się z tej możliwości, wejście to musi być połączone z zasilaniem.

Wejście 4 oprócz tego umożliwia wygaszanie początkowych zer (czyli np. zamiast 0264 będzie wyświetlane 264). Jeżeli na przykład w towarzyszącym projekcie przykładowym układu odliczania czasu odłączyć wyprowadzenie 3 od napięcia zasilającego (przez przecięcie ścieżki łączącej 3 z 4), a wyprowadzenie 4 połączyć z 7 IC10, to zostanie wygaszone zero dziesiątek minut.

Jeżeli do wejścia 5, Latch Enable (LE/STROBE) czyli zatrzaskiwanie, doprowadzić napięcie dodatnie, to aktualny stan wyświetlacza zostanie zatrzymany. Można to nazwać stanem "zamrożenia" wyświetlanej cyfry. Po ponownym połączeniu końcówki 5 z 0V wyświetlacz wraca do normalnego działania.



Rys. 7.10 Układ scalony jest licznikiem, zespolonym ze sterownikiem 7-segmentowego wyświetlacza elektroluminescencyjnego. Do punktów P doprowadza się sygnał kasujący.

Licznik z wyświetlaczem

Istnieje szereg układów scalonych, które oprócz prostego licznika zawierają układ sterowania 7-segmentowym wyświetlaczem elektroluminescencyjnym. Takim układem jest CMOS 4026B, który jak większość liczników liczy w górę. Niewiele różni się od niego 4033B, a 40110B może liczyć i w górę i w dół (odliczać).

Schemat licznika z układem 4026B pokazuje **rys. 7.10**. Jest on przeznaczony do współpracy z wyświetlaczem 7-segmentowym o wspólnej katodzie.

Gdy jest potrzebny zwykły licznik, końcówki powinny zostać połączone zgodnie z rysunkiem. Wyprowadzenia oznaczone a do g łączy się z odpowiednimi segmentami wyświetlacza tak samo jak na rys. 7.9 przez rezystory.

Naciśnięciem przycisku P można skasować zawartość licznika do 0. Po włączeniu zasilania na wyświetlaczu mogą pojawić się przypadkowe cyfry. Efekt ten daje się usunąć przez włączenie równolegle do przycisku P kondensatora o pojemności na przykład 100nF (0,1µF), dzięki czemu przy każdym włączeniu zasilania powstaje impuls automatycznie kasujący licznik.

Łączenie liczników

Jak już wspomniano, licznik zlicza do dziewięciu i kasuje się za dziesiątym impulsem. Wraz z każdym skasowaniem licznika na jego wyjściu przeniesienia, końcówce 5, pojawia się dodatni skok napięcia. Połączenie tego wyjścia bezpośrednio z wejściem zegarowym następnego licznika typu 4026B pozwala zliczać do 99. Wejście 15, kasowania licznika dziesiątek, łączy się z wejściem kasowania licznika jednostek. Można w ten sposób kaskadowo łączyć ze sobą dalsze liczniki i zliczać dowolne liczby.

Końcówka 2 jest wejściem wzbronienia wejścia zegarowego (CLOCK INHIBIT). Licznik zlicza normalnie, jeżeli jest ono połączone z 0V. Doprowadzenie dodatniego napięcia do tego wejścia zatrzymuje liczenie. Końcówka 3 jest wejściem zezwolenia wyświetlania (DISPLAY ENABLE IN). Jeżeli jest pod dodatnim napięciem, wyświetlacz działa normalnie, ale jego połączenie z 0V powoduje wygaszenie wyświetlacza, nie przerywając zliczania. Informacje o działaniu wejść 4 i 14 można znaleźć w katalogu producenta 4026B. W opisywanym układzie liczącym wyprowadzenia 4 i 14 powinny być pozostawione wolne.

Przykładowy projekt

Załączonym projektem przykładowym jest odliczający układ czasowy, ilustrujący sposób zestawienia modułów opisanych w części 7 w praktyczne urządzenie.

Część ósma

W części 8 "Systemu projektowania modułowego" zostaną omówione układ wejściowy audio, mikser sygnałów, napięciowy czujnik pozycji, układ scalony procesora głośności (VU) i sterownik bezpośredni. Projektem przykładowym będzie wyświetlacz głośności (VU) z alarmem.

Max Horsey

Cd. ze str. 4

Marek Bis z Lublina pisze między innymi:
Brawo!!! Właśnie takie pismo od dawna było potrzebne na naszym rynku. Zajmuję się elektroniką amatorsko i kilka układów już zmajstrowałem. Cieszy mnie to, że Wasze artykuły są pisane przystępnie, i co ważne jest tu maksymalnie mało "matematyki". Brakuje mi natomiast artykułów z dziedziny elektroakustyki. Chciałbym np. wiedzieć, w jaki sposób są "czyszczone" stare nagrania analogowe z taśm lub płyt, których potem słuchamy z "compactu". Może dysponujecie Państwo jakimś niezbyt skomplikowanym układem? Układy prezentowane w Waszych artykułach są projektowane bardzo przejrzyście i co najważniejsze, przy zachowaniu prawidłowego montażu, pracują praktycznie bez uruchomiania. Napotkałem jednak w swoich pracach kłopoty np. z wycinaniem szczelin w obudowach pod potencjometry suwakowe. (...) Czy mogliby Państwo opublikować lub mi przesłać schemat miksera "REGIE 2000" stereo, produkcji byłej NRD?
Na ostatnie pytanie odpowiadamy, że w redakcyjnych zbiorach nie mamy schematu tego miksera, ale może ktoś z Czytelników może przesłać takowy schemat na nasz adres.
Marek poruszył w swym liście dwa ważne tematy. Sprawa "czyszczenia" starych nagrań nie jest taka prosta. Dziś wykorzystuje się do tego bardzo złożone i drogie systemy cyfrowe, gdzie dźwięk jest najpierw zamieniany na postać cyfrową, a potem obrabiany za pomocą odpowiednich programów. Bardzo często jest to żmudna, wręcz ręczna praca, żeby z zaszumionego sygnału wyłowić wszystkie użyteczne składowe. Takich cyfrowych urządzeń na pewno nie będziemy proponować Czytelnikom EdW.
Inną, prostszą drogą jest użycie różnych urządzeń analogowych, na przykład układu dynamicznej redukcji szumu DNR, wielopunktowego equalizera, ekspandora czy bramki szumu. Trzy pierwsze wymienione układy zostały opublikowane na łamach siostrzanej Elektroniki Praktycznej. Tamże w najbliższych miesiącach ukaże się opis praktycznej bramki szumu z układem NE572.
Z wymienionych modułów można złożyć ciekawy zestaw do odszumiania starych nagrań. Jednak nie jest to zadanie dla zupełnie początkujących. Dlatego też wymienione moduły trafiają do EP, a nie do EdW. Jeśli jednak nasi Czytelnicy są zainteresowani budową podobnego układu rozbudowanego procesora dźwięku, prosimy o listy - na pewno spełnimy wtedy Wasze oczekiwania i przedstawimy stosowne urządzenie. Chcielibyśmy tylko wiedzieć, czy nie jest to temat zbyt trudny, i ewentualnie jakie funkcje powinno spełniać takie urządzenie.
Równie ważnym tematem jest sprawa obróbki mechanicznej obudów do konstruowanych urządzeń. Z doświadczenia wiemy, że jest to powszechna, może nawet największa zmora, wszystkich elektroników. Niestety, nie ma tu dobrych i tanich rozwiązań - póki co, jedynym wyjściem jest wykonanie wszystkich niezbędnych otworów i wycięć we własnym zakresie. Musimy więc ćwiczyć swoją cierpliwość.

Mieczysław Hucał z Legnicy ma kilka pytań odnośnie zastosowania układów UM3758 zamiast UM3750 w układzie strzelnicy świetlnej przedstawionej w EdW5/96.
1. Układ UM3758-120A jest odpowiednikiem pin-to-pin (nóżka w nóżkę) kostki UM3750. Nowszy układ UM3758-120A ma jednak znacznie więcej kombinacji kodowych (3^{12}), rozróżnia bowiem trzy stany na wejściach adresowych: niski, wysoki i nóżka niepodłączona.
W świetle dostępnych informacji katalogowych można więc bez żadnych zmian w układzie stosować kostkę UM3758-120A.
2. Układ UM3758-180A ma identyczne funkcje, tylko posiada 18 (a nie 12) wejść adresowych (programujących). Umieszczony jest w obudowie DIP24.
Oprócz tego firma UMC oferuje kostki UM3758-108A/B (UM3758-084A/B).
Umożliwiają one transmisję danych pod odpowiedni adres. Wtedy pierwsze 10 (8) przesyłanych bitów określa adres, a następnych 8 (4) - dane. Wersja z literą A ma na wyjściu latch (zatrzask pamięciowy), w wersji B dane wyjściowe pojawiają się tylko na chwilę.

Cd. na str. 31

Układ czasowy

Artykuł przedstawia sposób, w jaki z modułów opisanych w części 7 "Systemu projektowania modułowego" można zestawić działające praktyczne urządzenie. Opisany układ czasowy jest wyposażony w bębnowy przełącznik cyfrowy do nastawiania zadanego czasu i opcjonalny przekaźnikowy układ wyjściowy, umożliwiający automatyczne sterowanie urządzeń zewnętrznych.

Dane techniczne

- 4-cyfrowy 7-segmentowy wyświetlacz elektroluminescencyjny,
- maksymalny czas 99 minut i 59 sekund,
- dokładność 0,5 sekundy,
- przekaźnik włączany na czas odliczania,
- sygnalizacja brzęczykiem przez dwie ostanie sekundy nastawionego czasu,
- czas nastawia się czterema przełącznikami bębnowymi,
- przyciski startu i kasowania,
- zasilanie z sieci (napięciem 6 do 10V przez transformator).

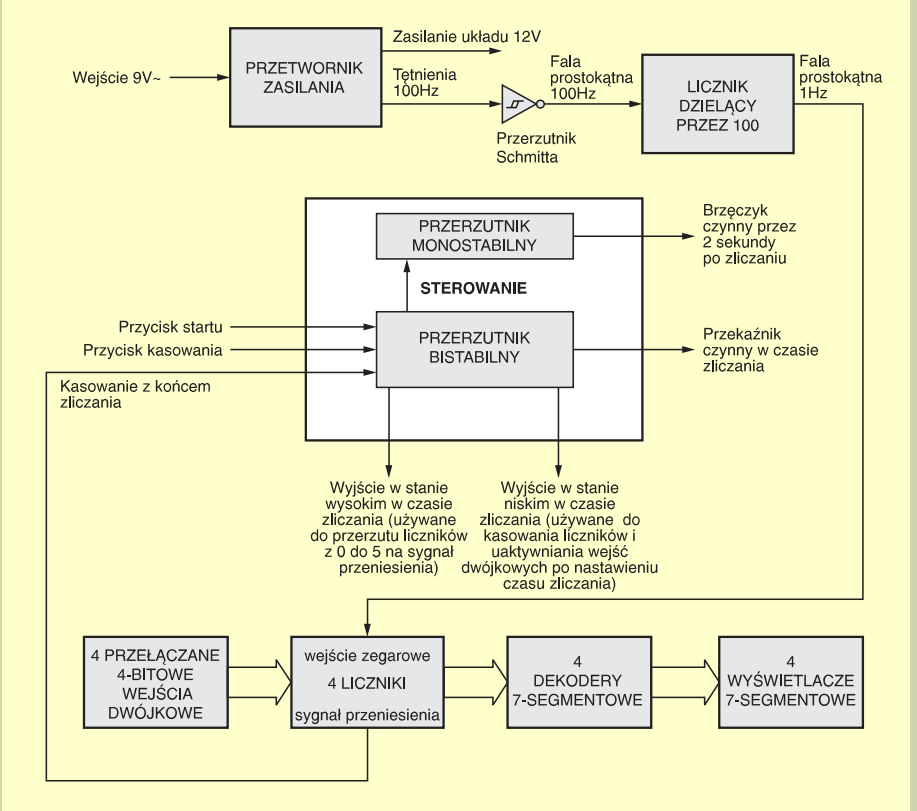
Założenia konstrukcyjne

Istnieje ogromna liczba typów układów scalonych nadających się do zliczania i wyświetlania. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny pobiera bardzo mały prąd, co go predystynuje do urządzeń zasilanych z baterii. Ponieważ jednak projektowany licznik ma być sterowany z sieci, wybrano tańszy i prostszy 7-segmentowy wyświetlacz elektroluminescencyjny. Do dekodowania stanu licznika i sterowania takim wyświetlaczem doskonale nadaje się układ CMOS 4511B, dobrze współpracujący z układem CMOS 4029B, tym bardziej że jego stan początkowy daje się programować. Dekoder-sterownik 4511B został opisany w części 7, a licznik 4029B w części 6 serii. W opisywanym układzie wykorzystano także system wejść programujących, czyli "JAM", do kasowania licznika do innych stanów niż 0 lub 9.

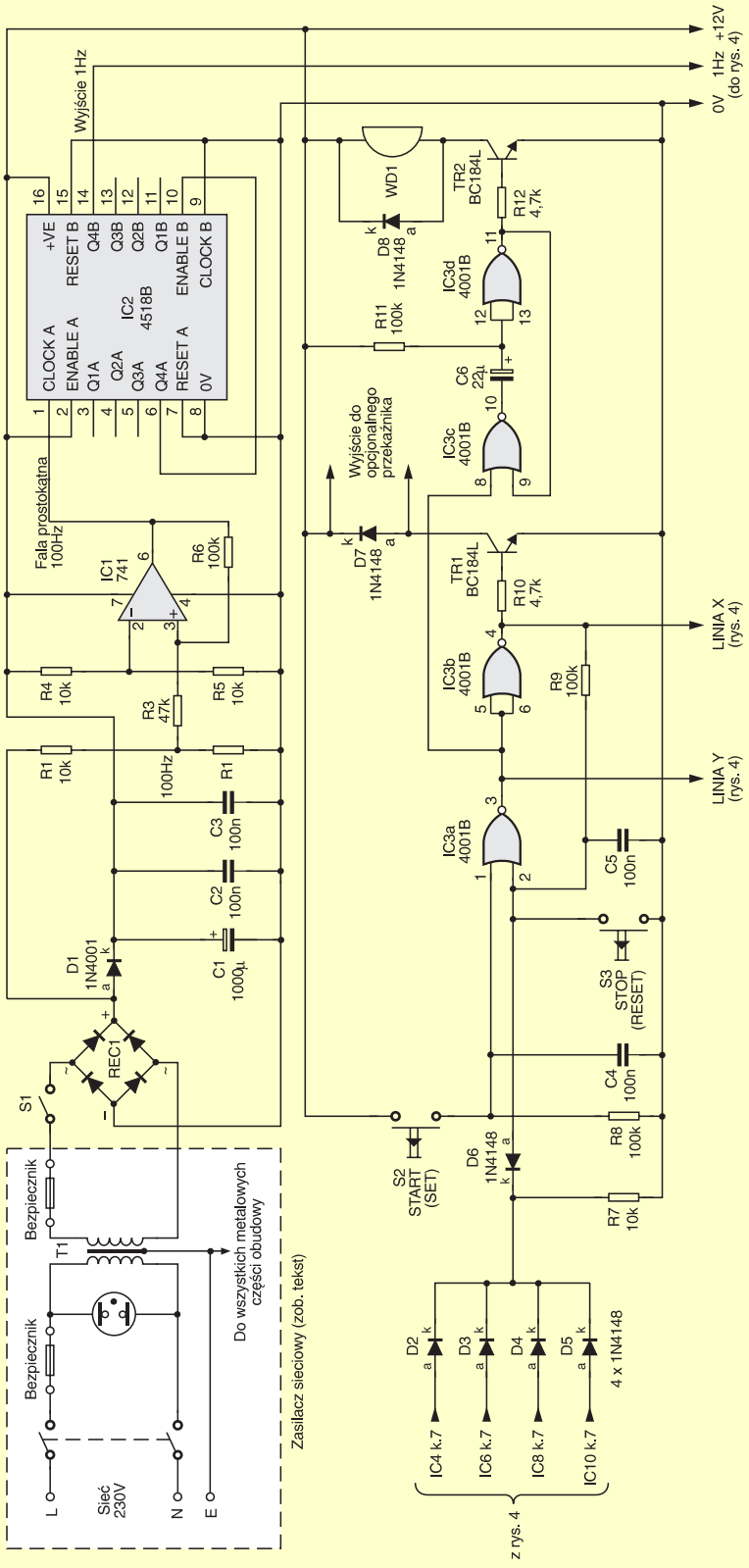
Schemat blokowy

W schemacie blokowym (**rys. 1**) układu odliczania czasu znalazły się następujące moduły, których dokładne opisy zostały zamieszczone w podanych obok częściach:

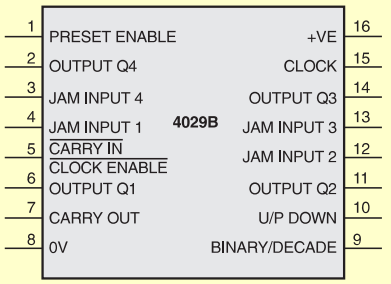
generator impulsów zegarowych sterowany siecią - cz. 7
przerzutnik Schmitta - cz. 1
licznik dzielący - cz. 7
przerzutnik bistabilny (zatrzask) - cz. 3
przerzutnik monostabilny (układ czasowy brzęczyka) - cz. 2
sterownik tranzystorowy (brzęczyka i przekaźnika) - cz. 1
licznik CMOS 4029B - cz. 6
dekoder-sterownik CMOS 4511B - cz. 7



Rys. 1. Schemat blokowy układu odliczającego czas. Przekaźnik jest opcjonalny.



Rys. 2. Schemat zasilacza, generatora impulsów zegarowych i układu sterującego.



Rys. 3. Rozmieszczenie wyprowadzeń scalonego licznika 4029B.

7-segmentowy wyświetlacz elektroluminescencyjny - cz. 7

Schemat blokowy jest podstawą schematu ideowego, który został podzielony na dwa rysunki - pierwszym z nich jest **rysunek 2**, przedstawiający zasilacz, generator impulsów zegarowych i układ sterujący.

Sygnał zegarowy

Amplituda sygnału 100Hz z prostownika REC1 zostaje zmniejszona za pomocą dzielnika napięcia R1-R2. Sygnał ten składa się z jednobiegunowych połówek sinusoidy, i przed doprowadzeniem do wejścia licznika (IC2) musi zostać przetworzony w falę prostokątną. Do tej konwersji służy przerzutnik Schmitta ze wzmacniacza operacyjnego IC1. (Przerzutniki Schmitta zostały omówione w części 1.)

Fala prostokątna z wyjścia 6 IC1 przechodzi do wejścia 1 IC2, licznika dzielącego typu CMOS 4518B. W takim połączeniu, jak to omówiono w części 7 (rys. 7.8), układ ten dzieli przez 100, przekształcając falę prostokątną 100Hz w ciąg impulsów zegarowych 1Hz. Impulsy te są następnie, jak widać na **rys. 4**, przesyłane do wejścia zegarowego 15 IC4, 4029B. Jest to nastawialny licznik BCD (dziesiętny kodowany dwójkowo) do zliczania i odliczania. Rozmieszczenie jego wyprowadzeń jest pokazane na **rys. 3**.

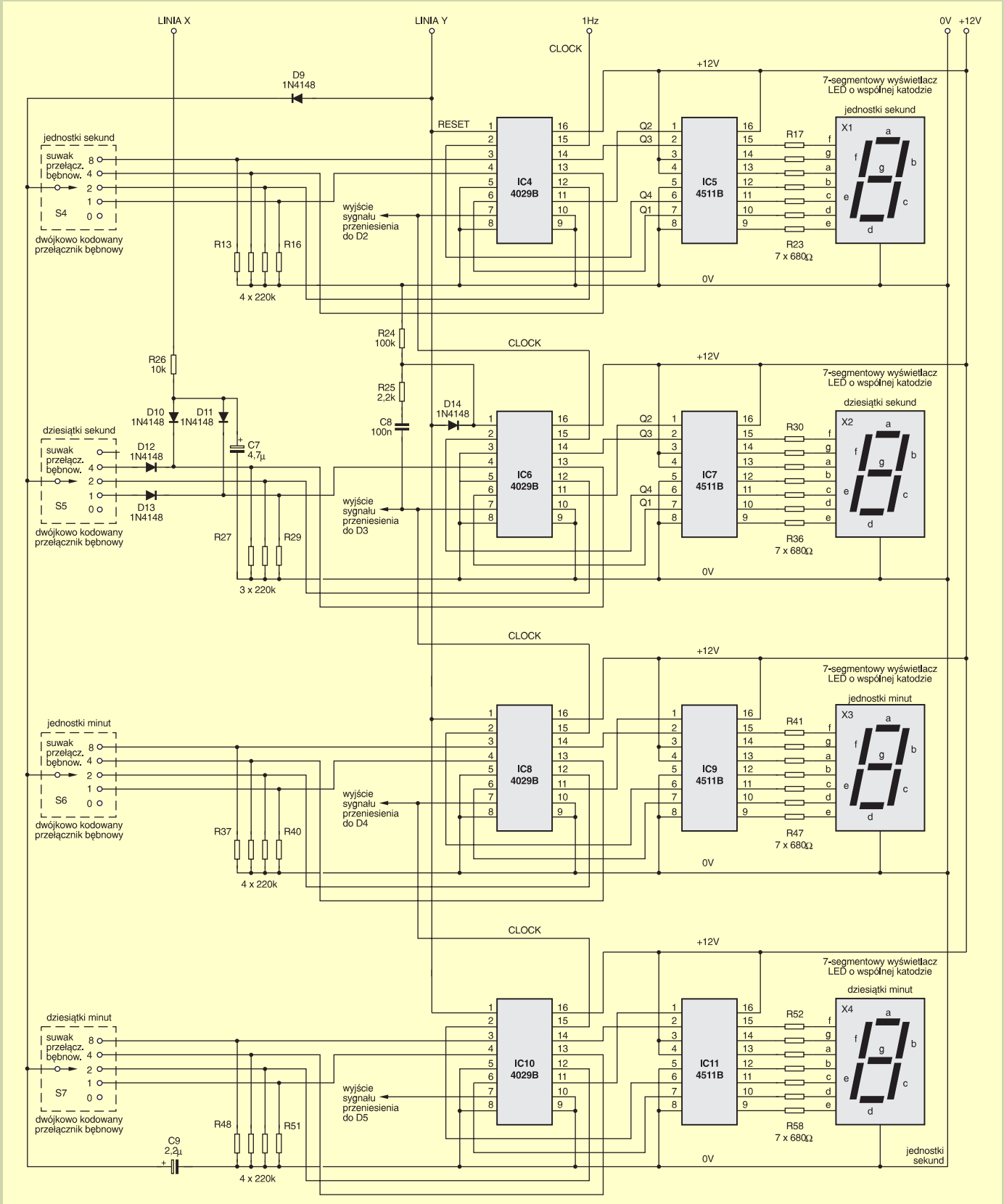
Licznik 4029B może zostać zaprogramowany do odliczania (liczenia wstecz) przez połączenie końcówki 10 z 0V. Wtedy stopień jednostek sekund musi dostarczać impulsu przeniesienia, gdy jego stan zmienia się z zera na dziewięć. Impuls ten jest kierowany do wejścia zegarowego IC6.

Wszystkie cztery liczniki są połączone szeregowo w podobny sposób i sygnał przeniesienia z jednego jest sygnałem zegarowym dla następnego. Sygnały przeniesienia są potrzebne także do dwóch innych celów:

1. do zatrzymania i skasowania układu oraz i pobudzenia sygnału brzęczyka, gdy wszystkie liczniki osiągną stan zero,
2. do przerzucenia stanu IC6 (licznika dziesiątek sekund) z zera na pięć zamiast z zera na dziewięć.

Bramka diodowa

Dla uproszczenia na schemacie blokowym na rys. 1 końcowe wyjście przeniesienia jest połączone z wejściem kasującym modułu sterującego. Zatrzyma to zliczanie, gdy licznik dziesiątek minut przerzuci się z zera na dziewięć. Równocześnie jednak licznik jeszcze przed wyłączeniem opcjonalnego przekaźnika zliczy jedną dodatkową sekundę. Sygnał ten powinien zostać wysłany w momen-



Rys. 4. Schemat czterech stopni liczenia i wyświetlania.

cie osiągnięcia przez licznik stanu 0000, a nie o sekundę później. Zrealizowano to za pomocą diodowej bramki AND, która wysyła sygnał gdy stan wszystkich czterech liczników osiąga zero. Dla zaoszczędzenia układu scalonego posłużono się diodową bramką AND (D2...D6). Jeżeli stan jednego z liczników nie jest zerowy, stan jego wyjścia przeniesienia jest wysoki (logiczna 1), a zatem wyjście bramki także jest w stanie wysokim. Jeżeli wszystkie liczniki są w stanie zerowym, to stan wyjścia bramki staje się niski, i zostaje wykorzystany jako sygnał stop i kasowania.

Programowanie

Doprowadzenie dodatniego napięcia do wejścia ustawiającego 1 wywołuje przerzucenie licznika do dowolnie wy-

branego stanu. Wyboru tego stanu dokonuje się przez ustawienie odpowiedniej liczby 4-bitowej na wejściach obciążenia równoległego JAM. Przy liczeniu w dół w trybie dziesiętnym licznik bez trudu liczy np. 2, 1, 0, 9, 8 itd. Jednakże licznik IC6 według schematu na rys. 4 musi liczyć 2, 1, 0, 5, 4 itd., gdy na przykład układ powinien odliczać od 32m 01s do 32m 00s i do 31m 59s. Osiąga się to dodatnim napięciem na końcówkach 4 i 13 podczas impulsu kasującego na wejściu 1.

Powstaje więc problem, gdy wyłącznikiem bębnowym zostanie wybrana inna cyfra niż 5, ustawiona przez równoległe obciążenie. Zatem w czasie zliczania przełączniki bębnowe (zasilane przez linię Y) muszą zostać odłączone, a końcówki 4 i 13 utrzymywane w stanie wysokim (przez linię X) za pośrednictwem rezystora R26 i diody D10 i D11.

Moduł sterujący licznika utrzymuje linię X w stanie wysokim w czasie odliczania, a linię Y w stanie wysokim przed i po odliczaniu. Kondensator C7 zapobiega zbyt szybkiemu narastaniu napięcia dochodzącego przez R26, co mogłoby na początku odliczania przerzucić stan licznika dziesiątek sekund w stan 5.

Kondensator C9 zapewnia utrzymanie liczby nastawionej przełącznikami bębnowymi na wejściach programujących (JAM) do czasu, gdy stan logiczny wejść kasujących spadnie do zera.

Podsumowanie

Przed i po odliczaniu:
X = niski, Y = wysoki, wejścia obciążenia równoległego wymuszają skopiowanie w licznikach stanów przełączników bębnowych.
Podczas zliczania:
X = wysoki, Y = niski, licznik dziesiątek sekund (IC6) przygotowany do przerzutu do stanu 5 po otrzymaniu impulsu na wejściu 1.

Sygnał wyjściowy przeniesienia z IC6 za pomocą C8, R25 i R24 zostaje zredukowany do krótkiego impulsu. Taki sposób otrzymywania impulsów za pomocą szeregowego kondensatora został opisany w części 2 (sprzężenie zmiennoprądowe). Dioda D14 zapobiega skasowaniu pozostałych trzech liczników przez ten impuls.

Nastawianie czasu

Do nastawiania odliczanego czasu służą bębnowe przełączniki obrotowe. Gdy układ nie odlicza czasu, linia Y jest w stanie wysokim i zasila przełączniki przez diodę D9. Na skutek tego wejścia programujące 1 (preset enable) wszystkich liczników są w stanie wysokim. Dzięki temu można więc skopiować do liczników stany przełączników bębnowych.

Moduł sterujący

W module sterującym wykorzystano cztery bramki NOR zawarte w układzie scalonym IC3. Odliczanie rozpoczyna się za naciśnięciem przycisku S2. Wyjście 4 (linia X) przerzutnika (zatrzasku) utworzonego z bramek IC3a i IC3b przez czas odliczania pozostaje w stanie wysokim. Natomiast wyjście 3 (linia Y) jest w stanie wysokim przed i po tym czasie. Przerzutnik ten steruje także przez rezystor R10 tranzystorem npn TR1, który może zostać użyty do włączania opcjonalnego przekaźnika na czas odliczania. Przerzutnik jest kasowany do stanu początkowego doprowadzeniem wejścia 2 do stanu niskiego. Odbywa się to albo przez naciśnięcie przycisku STOP/RESET S3 albo automatycznie za pośrednictwem diody D6, wraz z dojściem licznika do stanu 00 00, jak już opisano.

Przerzutnik monostabilny, złożony z IC3c i IC3d, służy do wzbudzania brzęczyka sterowanego tranzystorem TR2 na przeciąg około dwóch sekund, gdy linia Y zmienia stan z niskiego na wysoki. Sygnalizuje to zakończenie odliczania. Czas brzmienia brzęczyka można w razie potrzeby przedłużyć zwiększając oporność R11 do maksimum 1MW, co przedłuża czas sygnalizacji do około 20 sekund.

Dekoder i wyświetlacz

Jako dekodery-sterowniki wyświetlaczy elektroluminescencyjnych zostały zastosowane układy scalone CMOS 4511B, które opisano w części 7 serii (rys. 7.9). W układzie odmierzania czasu użyto czterech wyświetlaczy 7-segmentowych, tworzących dwa dwucyfrowe wyświetlacze, dla minut i dla sekund.

Zasilacz

Ze względu na bezpieczeństwo zastosowano w układzie gotowy transformator sieciowy z zespolonym wtykiem. Warto zwrócić tu uwagę na fakt, że w handlu większość tego rodzaju zasilaczy dostarcza napięcia stałego, a same transformatory w obudowie spotyka się rzadziej.

Można także samemu wykonać odpowiedni zasilacz, a mały transformatorek umieścić albo w obudowie licznika albo w oddzielnej. Mocy transformatora powinna wynosić 6VA, a napięcie wejściowe 230V i wyjściowe 9V. Dostarczy on wystarczającego prądu, gdy dwa jego uzwojenia wyjściowe połączy się równolegle.

W razie użycia w celu obniżenia poboru prądu wyświetlaczy wysokowydajnych, należy zwiększyć oporność rezystorów szeregowych segmentów z 680W do 820W, czy nawet do 1,2kW, albo zastosować transformator 6V.

Jeżeli konstruuje się zasilacz samemu, trzeba dostosować się do wymogów bezpieczeństwa i użyć dwubiegunowego wyłącznika, neonówki i bezpiecznika, zgodnie ze schematem w części wydzielonej linią przerywaną na rys. 2.

Trzeba pamiętać, że gdy użyje się transformatora 12V, napięcie zasilające za diodą D1 może wzrosnąć nawet do 16V, niszcząc układy scalone i kondensator C1. Prostą, choć prymitywną, metodą obniżenia tego napięcia jest dodanie jeszcze czterech dodatkowych diod 1N4001 w szereg z diodą D1. Zmniejszą one napięcie o około 2,8V. Diody te należy włączyć pomiędzy prostownik REC1 a diodę D1. Rezystor R1 powinien pozostać połączony z anodą D1.

Montaż

Szczegółowy rysunek płytki drukowanej można znaleźć na **rys. 5**. Układ odliczający jest przeznaczony do domowego użytku, więc ma znaczenie jego wygląd zewnętrzny.

Montaż należy zacząć od wlutowania dwurzędowych podstawek, zworek z drutu i najmniejszych elementów. Jak zawsze trzeba przy tym sprawdzać polaryzację diod i kondensatorów elektrolitycznych, aby wmontować je we właściwym kierunku. Wyprowadzenia prostownika mostkowego są odpowiednio oznaczone.

Łączenie wyświetlaczy

W płycie czołowej obudowy montuje się dwie pary wyświetlaczy. W płytce drukowanej przewidziano jednak podstawki, w które można je wstawić na czas testowania. Wyświetlacze umieszczone w obudowie łączy się z płytką za pośrednictwem kolorowych przewodów, albo przewodów taśmowych z zaciskowymi wtykami Speedbloc, które pozwalają uniknąć żmudnego lutowania wszystkich przewodów. Wtyki te wciska się do podstawek wyświetlaczy w płytce drukowanej, tworząc wygodne i estetyczne połączenie. Wydaje się jednak, że nie ma w handlu odpowiednich złączy od strony wyświetlaczy, i poszczególne przewody kabla taśmowego trzeba będzie indywidualnie lutować do standardowej podstawki dwurzędowej.

Nie jest to łatwe zadanie, chociaż dla ułatwienia operacji lutowania można posłużyć się małymi uniwersalnymi płytkami drukowanymi. Można użyć 20-przewodowego kabla taśmowego, ale trzeba dołożyć starania, aby nie pomylić przewodów. Wszystkie przewody kabla taś-

mowego Speedbloc są szare, a nie kolorowe.

Jeżeli wydaje się to skomplikowane i kosztowne, to zamiast użycia podstawek można przylutować przewody bezpośrednio do płytki. Trzeba jednak wtedy zastosować wielokolorowe przewody, pozwalające rozróżniać połączenia.

Przełączniki

Przełączniki bębnowe do nastawiania czasu zliczania należy okablować zgodnie z rysunkami, pamiętając aby przełącznik jednostek sekund znalazł się po prawej stronie patrząc od frontu. Suwaki łączy się razem z jednym punktem na płytce drukowanej. Szybkim sposobem ich połączenia jest przesunięcie odizolowanego drutu przez otwory w oczkach wyprowadzeń i przylutowaniu w jednej operacji. Następnie jednym przewodem w izolacji wszystkie suwaki łączy się z płytką drukowaną.

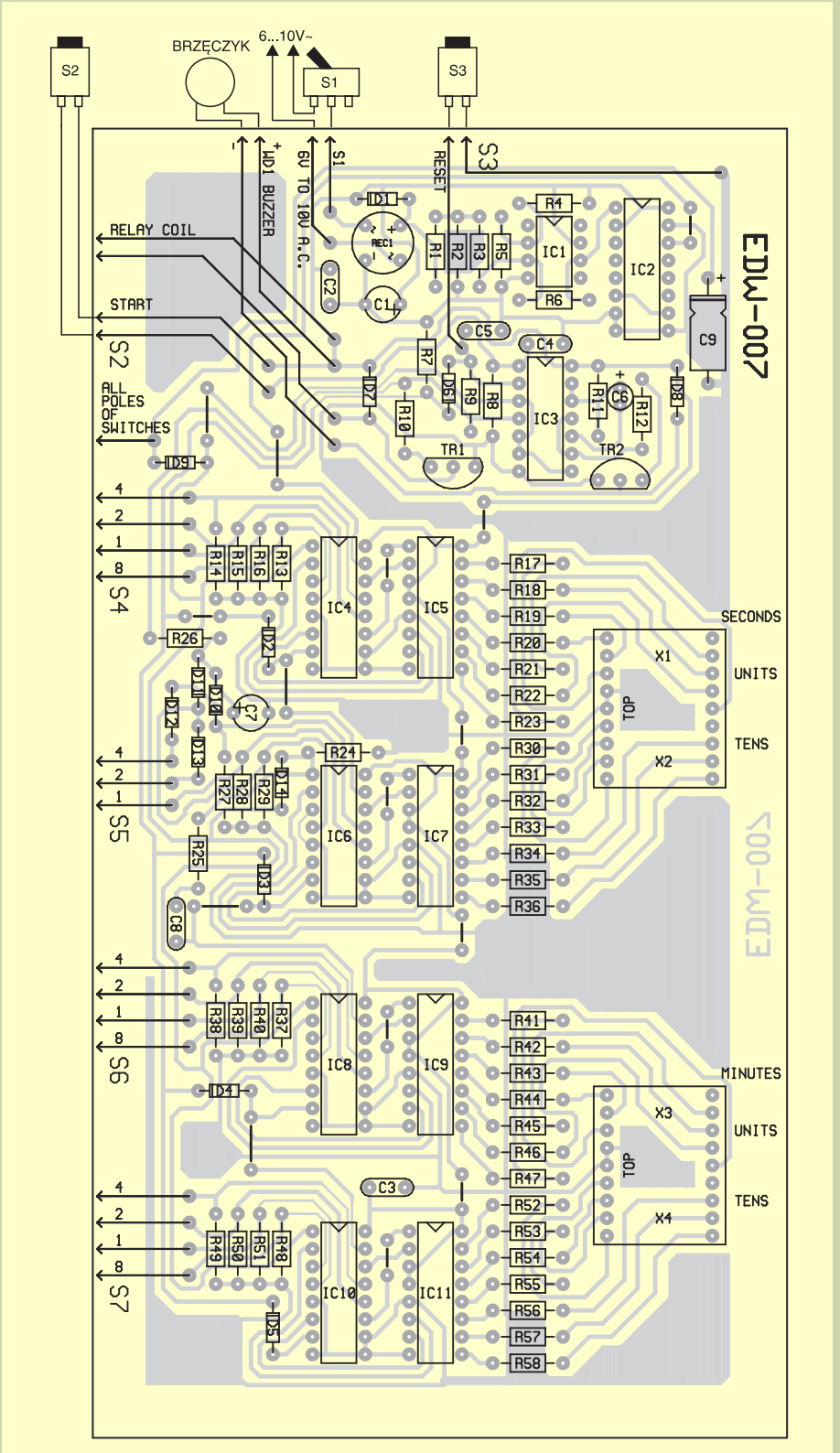
Styki przełączników należy następnie połączyć z płytką drukowaną różnokolorowymi przewodami dla uniknięcia pomyłek.

Przekaźnik

Zastosowanie przekaźnika w układzie odliczania czasu jest opcjonalne, a jego typ zależy od sterowanego urządzenia. W układzie znajduje się sterownik przekaźnika 12V, sam przekaźnik nie został jednak umieszczony w prototypie.

Jeżeli przekaźnik ma włączać urządzenie zasilane z sieci energetycznej, należy spełnić szereg wymogów bezpieczeństwa. Jest nieodzowne, aby przekaźnik został niezawodnie umocowany do obudowy, i aby jego okablowanie NIGDY nie weszło w kontakt z innymi częściami układu. Zestyki przekaźnika i przewody z nimi związane muszą być dostosowane do natężenia przełączanego prądu. Przewód sieciowy musi być zabezpieczony w otworze wejściowym obudowy odpowiednim blokującym przepustem lub zgiętką.

Okablowanie sieciowe NIE może być wykonywane przez osobę niedoświadczoną. W razie wątpliwości trzeba zasięgnąć porady wykwalifikowanego elektryka.



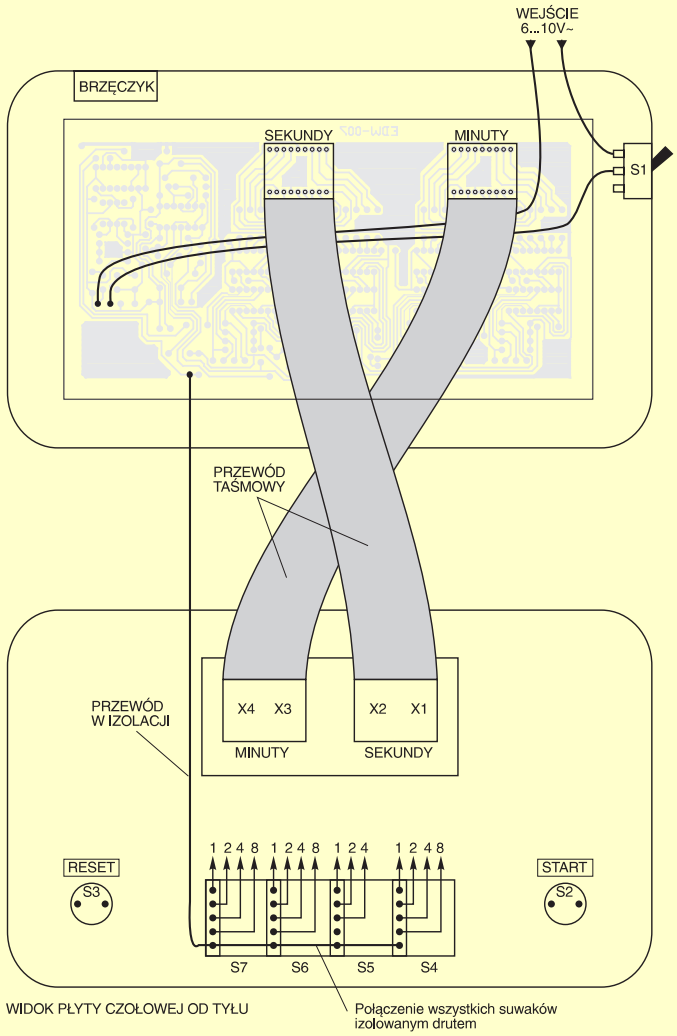
Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej układu.

Sprawdzanie

Układy scalone należy wstawić w podstawki we właściwym ukierunkowaniu, chroniąc je jak zwykle przed elektrycznością statyczną. Trzeba dotknąć metalowego uziemionego obiektu przed operowaniem nimi. Na czas testowania należy wstawić wyświetlacze bezpośrednio w podstawki w płytce drukowane.

Tak jak wszystkie projekty tej serii warto najpierw sprawdzić układ za pomocą zasilacza stabilizowanego napięcia stałego 9 lub 12V, 100mA. Układ będzie liczył tylko przy zasilaniu napięciem zmiennym, ale większość wstępnych testów można bezpieczniej wykonać przy pomocy zasilacza napięcia stałego z ograniczeniem prądu do 100mA. Trzeba też pamiętać, że do sprawdzania można użyć napięcia stałego 12V, ale jak już wcześniej wyjaśniono, napięcie zmienne 12V jest za wysokie.

Jeżeli do wejścia zasilania napięciem zmiennym zostanie doprowadzone napięcie stałe (o dowolnej polaryzacji), to niektóre segmenty wyświetlaczy powinny zacząć świecić. W wyniku naciśnięcia przycisku S3 (kasowanie) wyświetlacze powinny wyświetlić liczby nastawione przełącznikami bębnowymi. Zmienio-



Rys. 6. Połączenia płytki drukowanej z podzespołami umocowanymi do obudowy, nie uwidocznione na rys. 5.

na pozycja przełączników powinna zostać skopiowana na wyświetlacze. Zliczanie nie jest na razie możliwe, ponieważ do tego jest potrzebne napięcie zmienne.

Gdy wszystko jest w porządku, można przyłączyć napięcie zmienne 6 do 9V. Jeżeli układ zasilany napięciem stałym zachowywał się właściwie, to i przy zasilaniu napięciem zmiennym powinno być podobnie, a po naciśnięciu przycisku S2 (start) powinno zacząć się odliczanie. W przeciwnym razie trzeba sprawdzić oscyloskopem obecność fali prostokątnej 100Hz na wyjściu IC1.

Odszukiwanie błędów

Najczęstszym problemem bywa niedziałanie jednego lub kilku segmentów. Przyczyną jest zwykle błąd w połączeniach lub zwarcie.

Świecenie segmentów w niezrozumiałym układzie, nie tworzącym żadnych cyfr, jest prawdopodobnie spowodowane mylnymi połączeniami. Trzeba sprawdzić, czy złącza wyświetlaczy nie są wciśnięte na odwrót.

Jeżeli wyświetlacz świeci, ale nie wyświetla poprawnie cyfr, przyczyną może być przesunięcie wtyku od strony płytki o jedną pozycję. Jeżeli to nie pomaga, to prawdopodobnie zostały pomylone przewody.

Jeżeli w wyniku obracania przełączników bębnowych otrzymuje się osobliwe wyniki, to trzeba starannie sprawdzić ich połączenia. Szczególnie ważne jest ustalenie wyprowadzenia suwaka. W razie wątpliwości, należy odłączyć

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R4, R5, R7, R26: 10kW
R2, R3: 47kW
R6, R8, R9, R11, R24: 100kW
R10, R12: 4,7kW
R13...R16, R27...R29, R37...R40, R48...R51: 220kW
R17...R23, R30...R36, R41...R47, R52...R58: 680W
R25: 2,2W

Kondensatory

C1: 1000µF/16V, stojący
C2...C5, C8: 100nF, ceramiczny dyskowy
C6: 22µF/16V, stojący
C7: 4,7µF/16V, stojący
C9: 2,2µF/16V, leżący

Półprzewodniki

D1: 1N41001, prostownicza
D2...D14: 1N4148, sygnałowa
REC1: W005, lub podobny, prostownik mostkowy
TR1, TR2: BC184L npn
IC1: 741, wzmacniacz operacyjny
IC2: 4518B, podwójny licznik BCD
IC3: 4001B, poczwórna, dwuwejściowa bramka NOR
IC4, IC6, IC8, IC10: 4029B, nastawny 4-bitowy licznik w przód i wstecz
IC5, IC7, IC9, IC11: 4511B, dekoder-sterownik BCD do 7-segmentowego wyświetlacza elektroluminescencyjnego
X1...X4: dwa podwójne 7-segmentowe wyświetlacze elektroluminescencyjne

Różne

S1: jednoobwodowy wyłącznik miniaturowy
S2, S3: przycisk zwierny
S4...S7: bębnowy przełącznik BCD (zob. tekst)
WD1: brzęczyk 12V
płytka drukowana
2 osłony boczne przełączników bębnowych
zasilacz sieciowy napięcia zmiennego 9V (zob. tekst)
z przewodem wyjściowym
z wtykiem
przekaźnik 12V (opcjonalny, zob. tekst)
plastykowa obudowa z nachyloną płytą czołową 194mm x 120mm x 60mm (max. wysokość)
2 złącza Speedbloc (opcjonalne, zob. tekst)
filtr czerwony do wyświetlaczy
8-stykowa podstawka dwurzędowa
14-stykowa podstawka dwurzędowa
9 16-stykowych podstawek dwurzędowych
4 24-stykowe podstawki dwurzędowe (zob. tekst)
18-przewodowy kabel taśmowy
przewody montażowe

jeden z przełączników i sprawdzić go multimetrem na niskoomowym zakresie, pamiętając że działa on w systemie dwójkowym. Oznacza to, że gdy przełącznik jest nastawiony na 0, to suwak nie powinien być zwarty z żadnym ze styków. Gdy jest nastawiony na 1, to suwak powinien być zwarty ze stykiem pierwszym, gdy na 2, ze stykiem drugim, gdy na 4, ze stykiem trzecim, a gdy na 8, ze stykiem czwartym.

Przy pomocy multimetru można wyszukiwać inne jeszcze błędy. Na przykład na zakresie 12V lub wyższym można sprawdzać, czy napięcie zasilające dochodzi do każdego z układów scalonych.

W razie stwierdzenia zwarcia, wywołującego zanik napięcia zasilającego, należy wyjąć wszystkie układy scalone oraz wyświetlacze i zlokalizować zwarcie za pomocą multimetru na zakresie niskoomowym. Miernik przyłączany pomiędzy końcówkami zasilania poszczególnych układów scalonych wykazuje oporność jednego czy dwóch omów. Im bliżej zwarcia, tym oporność ta będzie mniejsza.

W razie niepowodzenia trzeba posłużyć się wskazówkami odszukiwania błędów w części 1 serii i opisami poszczególnych modułów układu.

Obudowa

Płytka drukowana została zaprojektowana do obudowy o pochyłej płycie czołowej, w której nie ma wiele miejsca, więc istotne jest staranne rozmieszczenie na niej podzespołów. Trzeba zwłaszcza sprawdzić, czy podzespoły na płycie czołowej nie kolidują z płytką drukowaną. Konieczne może się okazać dopasowanie niektórych typów przełączników bębnowych. Płytka drukowana musi zostać umocowana na samym dnie obudowy.

Rozmieszczenie elementów w obudowie pokazuje **rys. 6**.

Czerwony filtr na wszystkie wyświetlacze znacznie poprawia ich czytelność, można go przykleić od środka do płyty czołowej. Każdy wyświetlacz można następnie starannie przykleić do filtru, pamiętając aby wszystkie zostały ukierunkowane we właściwą stronę.

Na koniec pozostaje przykręcenie płyty czołowej do obudowy, przy czym nie należy zapominać o starannym ułożeniu przewodów. Trzeba się też upewnić, czy wyprowadzenia przełączników bębnowych nie zwierają się z elementami na płytce drukowanej.

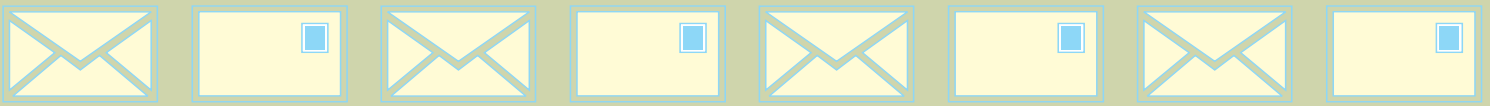
Część 8

Przykładowym projektem, związanym z częścią 8 "Systemu projektowania modułowego", będzie wyświetlacz regulatora głośności z alarmem.

Max Horsey

Projekt płytki drukowanej

Alex Simm



Cd. ze str. 24

Natomiast **Ryszard Piotrowicz** z Brzeska pisze:
Nie wiem, w imieniu ilu tysięcy wiernych Czytelników EdW pragnę podziękować p. Piotrowi Góreckiemu za serię "Easytrax". To naprawdę rarytas. Do tej pory nikt tak dokładnie i tak dostępnie nie prowadził tego zagadnienia. (...)
Dziękujemy za wyrazy uznania! Jednak cykl "Easytrax" niedługo się skończy. Mamy więc do Was pytanie: jeśli chcielibyście w podobny sposób poznać inny "elektroniczny" program, napiszcie jaki to miałby być program. Najlepiej byłoby, gdyby podobie jak w przypadku Easytraxa, w ofercie freeware'owej lub sharewareowej dostępna była jakaś sensowna wersja demonstracyjna, lub lepiej użytkowa. Napiszcie koniecznie na ten temat. My wstępnie zastanawiamy się, czy nie powinien to być program PSPICE, służący do komputerowej symulacji układów analogowych (i nie tylko).

Andrzej, nasz stały Czytelnik przysłał list zaczynający się od słów:
Chcę ostrzec Czytelników "EdW" przed zakupem czegokolwiek u niejakiego M. K. zamieszkałego w S., który, jak wynika z moich przykrych doświadczeń, jest pospolitym cwaniaczkiem-naciągaczem.
Za cenę prawie 400.000 zł przysyła 5 kartek kiepskiej jakości kserokopii z hiszpańskiego czasopisma - zresztą tylko luźno tematycznie związanych z oferowanymi w ogłoszeniu materiałami. Wstyd się przyznać, ale sam padłem ofiarą tego naciągacza. Natychmiast odesłałem nie mające żadnej wartości kartki z żądaniem zwrotu pieniędzy lub przysłaniem zamówionych materiałów. Oczywiście nie otrzymałem ani jednego, ani drugiego. Uwaga, naciągacz może podawać w ogłoszeniu inne nazwisko, adres jakiegoś wuja czy szwagra, dlatego najlepiej nie kupować niczego za pośrednictwem poczty w S.
P.S. Nazwisko i adres tylko do wiadomości Redakcji. Nie chcę skompromitować się w swoim środowisku jako "naiwniak".
Jest to pierwszy tak gorzki list w naszej Poczcie. Tym razem nie podajemy "namiarów" na naciągacza. Jak zapewne zauważyliście, podstawową dewizą EdW jest uczciwość. Stąd choćby rubryka Errare humanum est. Jesteśmy przekonani, że współpracująca z Redakcją firma handlowa AVT prezentuje nieporównanie wyższy poziom usług. Nie jesteśmy jednak w stanie sprawdzić rzetelności ofert z rubryki Giełda.
Jeśli jednak padniecie ofiarą naciągacza, reklamującego się w naszej Giełdzie - piszcie natychmiast do Redakcji.

Ważne zagadnienie poruszył **Tomasz Kobisz** z Nowej Rudy: *(...) jak wydrukować ładną i estetyczną płytę czołową. W opisie regulatora temperatury podaliście następujący sposób. Wydrukowany był wzór płyty czołowej (błędem było umieszczenie częściowo szarego tła - kserokopiarki bardzo brzydko odbijają odcienie szarości). Wzór ten należało przenieść przy pomocy kserokopiarki na folię samoprzylepną (punkty usługowe ksero nie chcą odbijać na innych materiałach niż papier kserograficzny). Następnie po przyklejeniu folii całość polakierować.*
Metoda dość dobra, gdyby nie zmaganie z punktami usługowymi ksero i gdyby nie te szare punkty - ale i tak fakt, że umieściliście taki wzór zasługuje na duże brawa. Dodam, że nie posiadam komputera i nie mam dostępu do żadnego PC-ta.
Bardzo dziękujemy Ci, Tomku, za praktyczne uwagi. W następnych rysunkach płyt czołowych publikowanych w EdW będziemy unikać odcieni szarości. Jak informowaliśmy, nabywcy zestawów AVT będą otrzymywać wydruki komputerowe rysunku płyty czołowej, wykonane na papierze samoprzylepnym.
Ale przecież Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo, więc zwracamy się do Was wszystkich z apelem: jeśli macie jakieś praktyczne doświadczenia w tym zakresie, podzielcie się nimi z Czytelnikami EdW. Wartościowe listy możemy zaprezentować w płatnym dziale Forum Czytelników, albo też zaprezentować i nagrodzić co celniejsze pomysły w rubryce Poczta. Napiszcie więc, jak sobie radzicie z płytami czołowymi.
Tomasz pyta jeszcze o naszą opinię na temat lutownic gazowych. Lutownice takie są naprawdę nowoczesnymi narzędziami i dobrze sprawują się w warunkach polowych, gdzie nie ma prądu. Natomiast do normalnej pracy w pracowni zdecydowanie lepsze są lutownice elektryczne, zwłaszcza te wyższej klasy ze stabilizacją temperatury.
Jednak temat lutownic gazowych jest na tyle ciekawy, że zachęcamy każdego, kto finansowo może sobie pozwolić na taki wydatek, do wzbogacenia swojego zestawu narzędzi o lutownicę gazową.

Przystępujemy wreszcie do prawdziwego projektowania płytki. Jak to często w życiu bywa, musisz zwrócić uwagę na poważne pułapki.

Krok pierwszy - obudowa

Czy już zauważyłeś u siebie, że elektronik skłonny jest zapomnieć o obudowie, a potem długo kombinuje, co zrobić z płytką o bezmyślnie przyjętych rozmiarach.

Nie popełnij takiego błędu - na początek, na podstawie ilości występujących elementów oszacuj, jaką wielkość powinna mieć Twoja płytka. Jeśli masz wątpliwości, wstępnie umieść na arkuszu roboczym wszystkie elementy biblioteczne, jakie mają zmieścić się na płytce i zorientuj się, czy masz szanse zmieścić wszystko w przewidzianej obudowie. Kilka dalszych wskazówek znajdziesz po następnym śródtytule.

Pierwszym krokiem przy projektowaniu płytki drukowanej powinno być dokładne określenie jej wymiarów i zaplanowanie otworów mocujących do konkretnej obudowy. Przed zaprojektowaniem płytki należy wybrać typ obudowy, zaplanować rozmieszczenie przewodów, gniazd, bezpieczników, elementów regulacyjnych i wskaźników oraz wykonać płytę czołową i płytę tylną.

Wielu zapalonych elektroników popełnia w tym miejscu brzemienny w skutkach błąd. Zabiera się do ostatecznego projektowania druku, nie ustaliwszy wcześniej, w jakiej obudowie płytka będzie umieszczona. Na pewno spotkałeś już płytki drukowane nie dające żadnej sensownej możliwości zamocowania ich w obudowie. Potem przysparzają one wiele kłopotów, bo nie mają żadnych otworów pod śruby i pozostaje przykleić je przysłowiowym plastrem opartunkowym. Genialny, aczkolwiek oderwany od rzeczywistości elektronik zapomniał, że płytkę trzeba jakoś zamocować!

Zapamiętaj więc bardzo ważną zasadę: najpierw trzeba ustalić w jakiej obudowie umieszczone będzie gotowe urządzenie, jakie mają być wymiary płytki i gdzie będą rozmieszczone otwory do jej mocowania.

Wcześniej zachęcałem cię do stworzenia porządnych elementów bibliotecznych. Teraz gorąco Cię namawiam, żebyś założył i stopniowo uzupełniał kolekcję OBRYSÓW PŁYTEK przeznaczonych do różnych obudów. Z obudowami metalowymi sprawa jest prostsza, bo można w nich wiercić otwory praktycznie w dowolnym miejscu. Ale obecnie można kupić mnóstwo przydatnych plastikowych obudów, i większość z nich wymaga określonego sposobu mocowania płytki.

Naucz się od początku myśleć o obudowie, a zaoszczędzisz sobie wielu kłopotów przy ostatecznym montażu.

Z doświadczenia wiem, że przed zaprojektowaniem płytki warto stracić nawet kilka godzin na wybranie rodzaju obudowy oraz dokładne zaplanowanie wyglądu ewentualnej płyty czołowej, rozmieszczenie na niej elementów regulacyjnych, a także przewodów i gniazd zasilających.

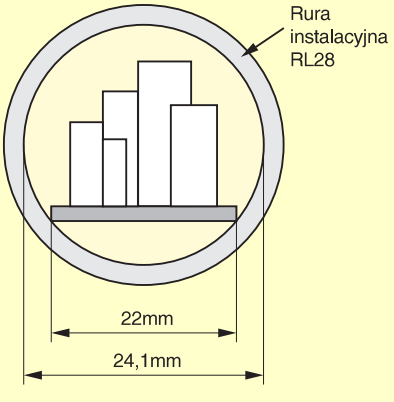
Nie bądź nerwowy, wytrzymaj z bólami - najpierw przygotuj obudowę. Jeśli to możliwe - zrób "na gotowo" płytę czołową i płytę tylną urządzenia. Często bowiem okazuje się, szczególnie w przypadku małych plastikowych obudów, że potem płytka nie mieści się w obudowie, bo przeszkadzają jakieś wystające potencjometry, przełączniki, czy gniazda bezpiecznikowe.

Jeśli przyswoisz sobie podaną kolejność prac, będzie to Twój duży sukces!

Nasz układ toru podczerwieni aktywnej będzie się składał z dwóch płytek. Ponieważ jest to układ, który być może zostanie zainstalowany na wolnym powietrzu, więc obudowa powinna zapewnić ochronę przed wilgocią. Jak wiadomo, kąt promieniowania nadajnika i kąt "widzenia" odbiornika powinny być jak najmniejsze. W przedstawionym układzie nie trzeba stosować soczewek, które ogromnie utrudniają one konstrukcję, ale dla zmniejszenia wrażliwości na zakłócenia, dobrze byłoby ograniczyć kąt "widzenia" odbiornika.

Decydujemy się więc na obudowę: obudową będą odcinki elektrycznej rurki instalacyjnej lub kanalizacyjnej z PCW. Umożliwi to hermetyzację; w najprostszym przypadku choćby przez zalanie gotowego układu stearyną ze świeczki.

Mamy do wyboru szereg rodzajów plastikowych rur. Rury kanalizacyjne, nawet te najmniejsze o średnicy 50mm, są za duże. Decydujemy się więc na rurkę instalacyjną RL28 o średnicy zewnętrznej 28,3mm i wewnętrznej 24,1mm. Jak widać na **rysunku 21**, szerokość naszych płytek musi być mniejsza od wewnętrznej średnicy rury. Przyjmujemy szerokość płytki równą 22mm czyli 22 x 39,4 = 866,8 milsów, a w razie potrzeby pilnikiem zwężimy



Rys. 21. Przekrój rurki instalacyjnej RL28.

ją jeszcze o około 0,5mm. Ponieważ pracujemy ze skokiem kursora 25mil, przyjmujemy szerokość 875 milsów. Nie musimy natomiast na razie określać długości płytek - będą tak długie, jak potrzeba; określimy to w czasie projektowania druku. Na razie przyjmij długość 2500mil. W naszym projekcie otwory do mocowania nie są potrzebne. W innych przypadkach zaznacz je za pomocą punktów lutowniczych (poleceniem "F1"), a ich rzeczywistą średnicę ewentualnie zaznacz okręgiem w warstwie BoardLayer lub lepiej Overlay.

Ustaliliśmy wymiary. Narysuj teraz obrys nadajnika i odbiornika ścieżką o grubości 10mil. Przyjmij jako stałą zasadę, żeby dolny lewy róg płytki umieszczony był w punkcie o współrzędnych 1000, 1000 - krawędzie płytki będą oddalone od brzegów arkusza o 1 cal. Jest to ważne, ponieważ później, przy wykonywaniu wydruków, niektóre drukarki nie potrafią wykonać rysunku umieszczonego tuż przy krawędzi arkusza. Ponadto jest to wygodne dla projektanta, który ma trochę dodatkowego miejsca na chwilowe przesunięcie umieszczanych na płytce elementów.

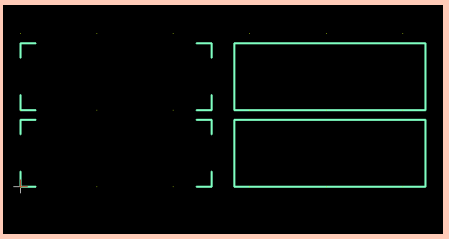
Dla ułatwienia pracy, dolny lewy róg płytki powinien być umieszczony w punkcie o współrzędnych 1000, 1000.

W tej części prac możesz nieco ułatwić sobie zadanie, ustawiając punkt odniesienia w miejscu o współrzędnych 1000, 1000. Ustaw więc kursor w tym punkcie. Zmień współrzędne z na względne: "C" "C" "R". Potem wprowadź nowy punkt odniesienia: "C" "F". Współrzędne 1000, 1000 zmienią się na 0,0.

W Easytraxie obrys płytki umieść w warstwie BoardLayer. Ta warstwa ma ciekawą właściwość - ścieżki i okręgi na niej umieszczone pojawią się potem na każdej innej użytej warstwie. Nie musisz więc rysować tego samego na trzech warstwach: BottomLayer, TopLayer i Overlay - wystarczy raz w warstwie BoardLayer.

W praktyce trzeba tu wziąć pod uwagę pewne istotne szczegóły. Na **rysunku 22** pokazuję Ci dwa sposoby zaznaczenia obrysu płytki w warstwie BoardLayer.

Polecam Ci sposób oszczędny, polegający na zaznaczeniu tylko narożników. Sposób drugi, zaznaczenie pełnego obrysu, może niekiedy spowodować kłopoty, szczególnie jeśli bedziesz wykonywał płytki w zakładzie produkcyjnym. Pamiętaj, że linie te pojawią się we wszystkich czynnych warstwach, a więc także także jako ścieżka w warstwie BottomLayer. Sam się na to kiedyś naciąłem przy projektowaniu płytki zasilacza. Występował tam transformator sieciowy,



Rys. 22. Sposoby zaznaczania obrysu płytki.

i jego oczka lutownicze umieszczone były blisko krawędzi płytki. Wszystki było dobrze do momentu, gdy przylutowałem od strony ścieżek przewód sieciowy. Po włączeniu napięcia sieci był huk, ogień i dym; zadziałały bezpieczniki w instalacji. Przyczyną było zwarcie właśnie przez tę cieniutką ścieżkę obrysu - przy lutowaniu przewodów na płask nie zauważyłem, że na krawędzi płytki pozostała ta cienka nitka ścieżki. Należy na to zwrócić szczególną uwagę przy projektowaniu płytek, gdzie występuje napięcie sieci 220V. Wymagane są wtedy odstępy izolacyjne między ścieżkami rzędu kilku milimetrów, a taka zapomniana ścieżka obrysu może poważnie obniżyć bezpieczenstwo użytkownika.

Natomiast, gdy nie zaznaczysz obrysu w warstwie BoardLayer, a tylko w Overlay'u, to bardzo utrudnisz sobie pracę przy ręcznym malowaniu i wierceniu płytek.

Proponuję Ci więc zaznaczenie w warstwie BoardLayer tylko narożników, a w warstwie Overlay pełnego obrysu płytki.

Natomiast przy korzystaniu z Autotraxa, czy Protela, w niektórych sytuacjach oprócz wykorzystania warstwy BoardLayer, musisz zaznaczyć pełny obrys płytki w warstwie KeepOutLayer.

W razie wątpliwości należy te sprawy omówić jasno z wytwórcą płytek, ponieważ niektórzy z nich życzą sobie, żeby projekt zawierał pełny obrys w warstwie KeepOutLayer lub BoardLayer.

Gdy projektujesz płytkę do obudowy, której dotychczas nie używałeś, radziłbym Ci wykonać wydruk kontrolny obrysu płytki i otworów mocujących. Należałoby to zrobić z pomocą programu *easyplot*, który przedstawię Ci w następnych odcinkach. Będziesz wtedy pewny, że płytka i otwory pasują do przewidzianej obudowy.

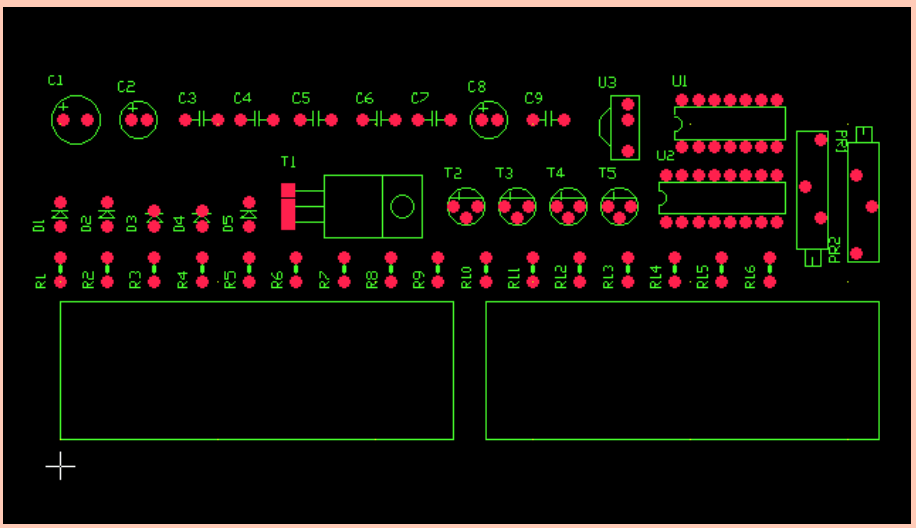
Rozmieszczanie elementów na płytce

Przy korzystaniu z Easytraxa elementy trzeba umieścić na płytce "ręcznie" poleceniem "P" "C". Masz już gotową listę elementów.

Ponieważ ustaliśmy, że obudową będzie wąska plastikowa rurka i zależy nam na dobrym wykorzystaniu miejsca, wszystkie rezystory umieść na stojąco. Wykorzystaj więc element biblioteczny R1.5 o rozstawie punktów lutowniczych 150 milsów (ok. 3,8mm). Z konieczności musisz umieścić duży tranzystor mocy T1 na leżąco. Zwróć też uwagę na kondensator C1, który ma średnicę 8mm.

Gdy będziesz projektował inne płytki na których będzie dużo miejsca, radzę Ci rezystory umieszczać poziomo i jako standardowy rezystor stosować element biblioteczny R4 lub R5. Taka płytka ładniej wygląda i łatwiej jest projektować druk, bowiem między nóżkami "leżącego" rezystora można spokojnie przeprowadzić nawet kilka ścieżek.

Przy ręcznym wprowadzaniu kolejnych elementów program pyta o nazwę elementu (*designator*) i jego wartość (*comment*). Radzę Ci wpisywać wartość elementów w polu *comment*, bo potem, z pomocą programu BOM.EXE, łatwo stworzysz wykaz elementów



Rys. 23. Pierwsze umieszczenie elementów na arkuszu roboczym.

umieszczonych na płytce. Wykaz taki przyda się przy sprawdzaniu płytki.

Możesz też zaoszczędzić trochę czasu i nie wpisywać wartości elementów. Aby wprowadzić na płytkę kilka jednakowych elementów wystarczy umieścić jeden z nich poleceniem "P" "C", i potem wykorzystać polecenie Repeat z menu głównego.

A teraz umieść na arkuszu roboczym wszystkie elementy według spisu. Może to wyglądać, jak na **rysunku 23**.

Przy korzystaniu z Autotraxa, mógłbyś wszystkie elementy wrzucić na płytkę automatycznie poleceniem "N" "A" "L" "nazwa_netlisty" "enter" "enter", oraz "N" "A" "P", o ile tylko napiszesz lub wygenerujesz za pomocą jakiegoś programu typu *schematic*, kompletną netlistę w formacie Tango. Jeśli netlista nie jest kompletna, brakuje jakichś elementów w bibliotece lub nie zgadza się numeracja punktów lutowniczych, to program może wygenerować raport o brakach czy niezgodnościach - zbiór z rozszerzeniem .rep. Przy automatycznym umieszczaniu elementów należy wcześniej zaznaczyć na specjalnej warstwie kształt projektowanej płytki (w Autotraxie przy korzystaniu z polecenia Netlist AutoPlace "N""A", należy zaznaczyć obrys płytki w warstwie Keep Out Layer, przy czym wbudowany autoplacer jest "mało inteligentny" i jego przydatność ogranicza się do nieskomplikowanych układów cyfrowych).

Po wprowadzeniu wszystkich elementów spróbuj wstępnie ustawić elementy na płytkach tak, żeby podzespoły, które mają być połączone, sąsiadowały ze sobą.

Niektórzy próbują ustawiać elementy na płytce tak, żeby płytka przypominała schemat ideowy. Taka metoda nie jest dobra, zwłaszcza nie daje się jej zrealizować, gdy na płytce występują układy scalone. Dlatego raczej należy wykształcić w sobie umiejętność takiego rozmieszczania elementów, żeby minimalizować długość ścieżek. Każdy układ należy podzielić na oddzielne bloki i tak zaplanować rozmieszczenie tych bloków, żeby było jak najmniej długich połączeń i zwór.

Choć to może wydawać się trudne, naucz się patrzeć na układ, jako na zbiór kilku niezależnych bloków. Prowadzeniem obwodów zasilania na razie nie musisz się zbytnio przejmować, ale warto wstępnie zaplanować przebieg szyn zasilania.

Ja przy bardziej skomplikowanych układach rysuję nawet na kartce wstępny projekt rozmieszczenia poszczególnych bloków, a w szczególności zaznaczam drogę przepływu sygnałów i dopiero potem próbuję optymalnie rozmieścić podzespoły. Przykład znajdziesz na **rysunku 24**, gdzie pokazuję Ci taki wstępny plan stworzony dla płytki wielofunkcyjnej PW-01. Porównaj ten rysunek ze schematem ideowym i montażowym zamieszczonym w EdW 1/96 na str. 9 (rysunki 2 i 3).

Zazwyczaj taki sposób jest dobry, ale są wyjątki. Przy projektowaniu płytek do układów gdzie występują duże prądy, w szczególności wzmacniaczy elektroakustycznych, albo też układów w.cz, należy przede wszystkim starannie zaplanować przebieg ścieżki masy. Ten ważny temat wykracza jednak poza ramy naszego cyklu - jeśli jesteś tym zainteresowany, napisz do mnie, a wtedy w jednym z artykułów podam Ci szereg istotnych wskazówek.

Nasz układ nie jest skomplikowany, ale na schemacie ideowym (rys. 20) zaznaczyłem ci zielonym kolorem poszczególne bloki. **Rysunek 25** pokazuje wstępne rozmieszczenie elementów na projektowanych dziś płytkach, przy uwzględnieniu podziału układu na bloki.

Musisz też zaplanować położenie kluczowych elementów - w naszym przypadku są to dioda nadawcza D3 i układ odbiorczy U3, które muszą być umieszczone blisko krótszej krawędzi płytki. Ważne jest też umieszczenie potencjometrów, żeby był do nich dostęp po zmontowaniu. Aby w rurce zmieścił się kondensator C1 o średnicy 8mm i znacznej wysokości, należy go umieścić blisko podłużnej osi płytki, a nie przy brzegu.

W tym momencie powinieneś też wstępnie ustalić, gdzie będą umieszczone punkty lutownicze do przylutowania przewodów zasilających, sterujących itp.

Ten wstępny etap projektowania jest bardzo ważny. Od niego zależy, jak potem będą przebiegać ścieżki i ile zwór będziesz musiał umieścić na płytce.

Tu widzisz, że nawet "inteligentny" autoplacer nie poradzi sobie ze wszystkimi problemami i niektóre kluczowe elementy należy rozmieścić ręcznie.

Większość autoplacerów (a także niektórzy konstruktorzy-esteci) rozmieszczają elementy w powiedziałbym, nadmiernie uporządkowany sposób: wszystkie rezystory oraz kondensatory w jednym rządku równolegle do siebie, układy scalone także równolegle, wycięciami w tę samą stronę. Taka metoda daje wprawdzie płytki ładne na wygląd, ale nie polecam Ci jej, ponieważ ma poważne wady.

Ty będziesz projektował przede wszystkim płytki jednostronne i zależeć Ci będzie na zminimalizowaniu ilości zwór. Natomiast taka estetyczna metoda wymaga stosowania druku przynajmniej dwustronnego lub dużej ilości zwór. Po drugie będziesz projektował płytki do układów analogowych, a w nich bardzo ważne jest właściwe prowadzenie ścieżki masy i najogólniej biorąc, ze względu na zakłócenia, dąży się do zminimalizowania długości wszelkich połączeń.

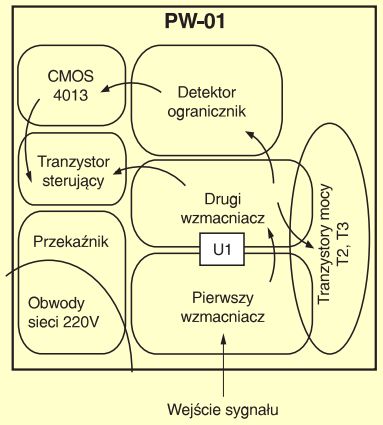
Ponadto obecnie dąży się do maksymalnej miniaturyzacji sprzętu.

Są to wystarczające powody, żeby głównym kryterium przy rozmieszczaniu elementów nie były względy estetyczne. Rozmieszczenie elementów pod sznurek może być uzasadnione tylko przy prostych układach, albo gdy będziesz projektował płytkę pokazową, na przykład do pracy dyplomowej.

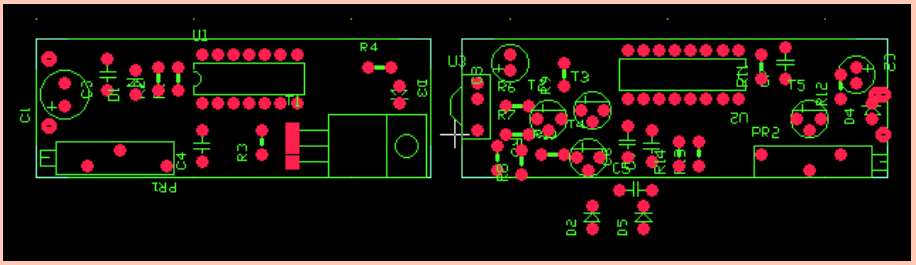
Wstępne trasowanie ścieżek

Jeśli już wstępnie rozmieściłeś elementy, wykonaj wszystkie połączenia na podstawie netlisty. Ścieżki o szerokości 30 milsów umieść w warstwie Bottom-Layer. Postaraj się połączyć *prostymi* odcinkami potrzebne punkty przy pomocy polecenia F3.

Cd. na str. 40



Rys. 24. Przykład "blokowej" koncepcji płytki PW-01.



Rys. 25. Wstępne rozmieszczenie elementów.

Cd. ze str. 38

W miarę możliwości stosuj proste ścieżki, ale gdyby to zaciemniało obraz musisz ścieżkę "złamać". Unikaj jednak pozostawiania punktu załamania ścieżki pod jakimkolwiek elementem, bo potem przy przemieszczaniu tego elementu, ścieżka będzie przesuwana wraz z nim i zacznie się tworzyć bałagan.

Po wstępnym narysowaniu ścieżek otrzymasz obraz, jak na **rysunku 26**.

W Easytraxie do identyfikacji poszczególnych punktów możesz użyć polecenia Jump Pad. Najpierw zmień kursor na duży krzyż ("S" "O" "C" "L" "esc"). Ustaw kursor nad interesującym Cię elementem i wykonaj: "J" "P" "enter" wpisz numer punktu "enter".

Gdybyś miał Autotraxa lub Protela, w tym etapie pracy nie umieszczałbyś na płytce żadnych ścieżek. Przygotowałbyś netlistę w odpowiednim formacie i wczytałbyś ją poleceniem NetList Get ("N" "G"). Po wczytaniu netlisty i włączeniu jej wyświetlania ("N" "G" "nazwa_netlisty" "enter" "S" "enter" "S" "A" "esc") program pokazałby ci obraz bardzo podobny do tego na rysunku 26, tyle, że połączenia zaznaczone byłyby cienkę linią, i nie byłyby to ścieżki, tylko układ połączeń według netlisty.

W dalszej części opisu dowiesz się, jak taką prawdziwą netlistę można napisać na piechotę. Jest to w sumie bardzo łatwe.

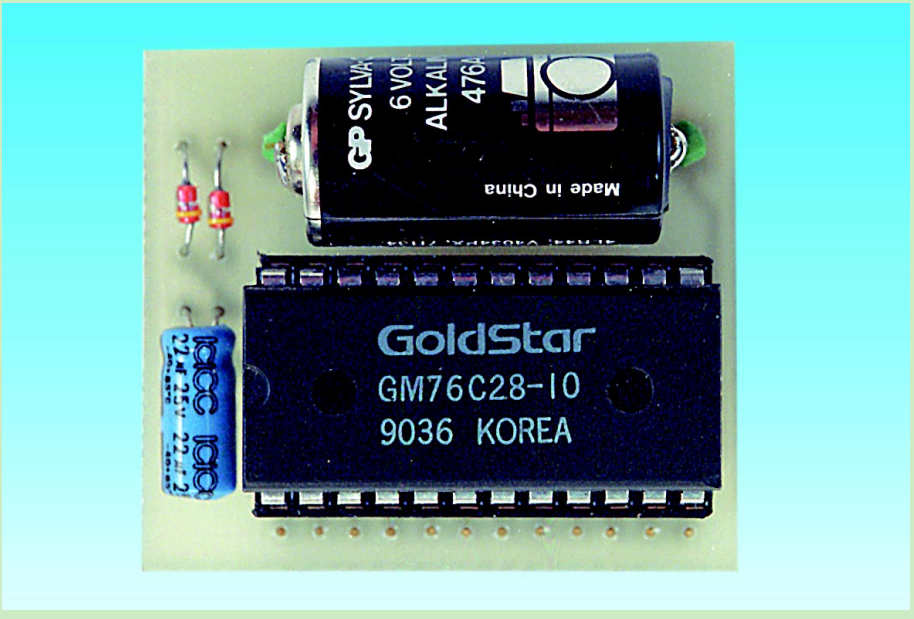
Oczywiście w Easytraxie nie możesz wczytać netlisty, ale doprowadziłeś jednak do bardzo podobnej sytuacji. Celowo zaproponowałem Ci taką kolejność prac, bowiem oto pracując z prostym Easytraxem stworzyłeś sytuację taką, jak przy wykorzystaniu zaawansowanych narzędzi. Gratulacje! Zaczynasz nabierać zdrowych, wręcz profesjonalnych przyzwyczajeń.

W następnej części artykułu dokończymy nasz projekt płytki. Wiem jednak, że nie wytrzymasz tak długiej bezczynności - zapewne zechcesz spróbować swoich sił. Dokończ więc pracę sam - wstaw elementy, poprowadź ostatecznie ścieżki i uporządkuj opis. Za miesiąc porównamy wyniki.

Rys. 26. Wstępne trasowanie ścieżek.

Piotr Górecki

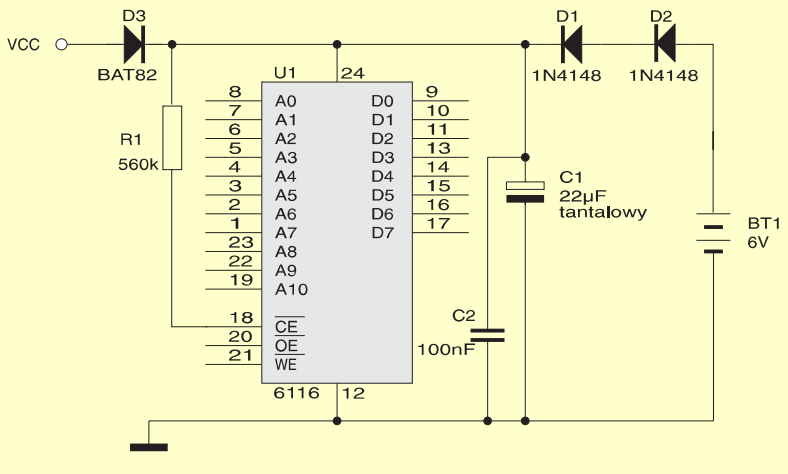
Moduł podtrzymania zawartości pamięci do programatora AVT-2047



kit 2095 AVT

Do czego to służy?

Ci z Czytelników, którzy wykonali uniwersalny programator do zabawek (AVT-2047) z pewnością zauważyli pewną niedogodność występującą podczas eksploatacji tego urządzenia. Mianowicie zastosowany w nim układ 6116 jest pamięcią ulotną i po wyłączeniu zasilania urządzenie zapomina wszystko, czego zostało nauczone. W przypadku prostych zabawek nie jest to wielka wada, ale jeżeli chcielibyśmy zastosować nasz programator do poważniejszych celów, to wada ta może stać się dokuczliwa, a nawet uniemożliwić realizację wielu pomysłów. Oczywiście możliwe jest zbudowanie programatora wykorzystującego pamięć nieulotną typu EPROM lub EEPROM, byłoby to jednak urządzenie znacznie bardziej rozbudowane i kosztowne. Opis takiego układu: programatora umożliwiającego wykorzystanie zarówno pamięci statycznej RAM (SRAM) jak i EPROM zostanie opublikowany w jednym z najbliższych numerów "starszej siostry" EdW - Elektroniki Praktycznej. W tym artykule przedstawiamy natomiast prosty sposób zapewnienia nieprzerwanego zasilania ulotnej pamięci RAM. Ponadto zaproponowane urządzenie zapewnia możliwość wyjęcia kostki pamięci z urządzenia i przechowania jej przez jakiś czas bez utraty danych.



Rys. 1. Schemat ideowy modułu.

Jak to działa?

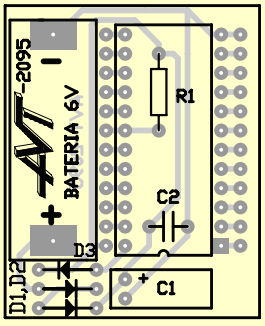
Schemat proponowanego układu podtrzymywania zasilania pamięci pokazano na **rysunku 1**.

To, co widzimy na rysunku jest właściwie... podstawką pod układ scalony, a konkretnie pod pamięć 6116. Do podstawki dodano jedynie kilka elementów, które zapewniają nieprzerwany dopływ prądu do układu nawet po odłączeniu go od reszty urządzenia. Rolę dodatkowego zasilacza pełni bateryjka BT1 o napięciu 6V. Została ona dołączona za pośrednictwem dwóch diod D1 i D2.

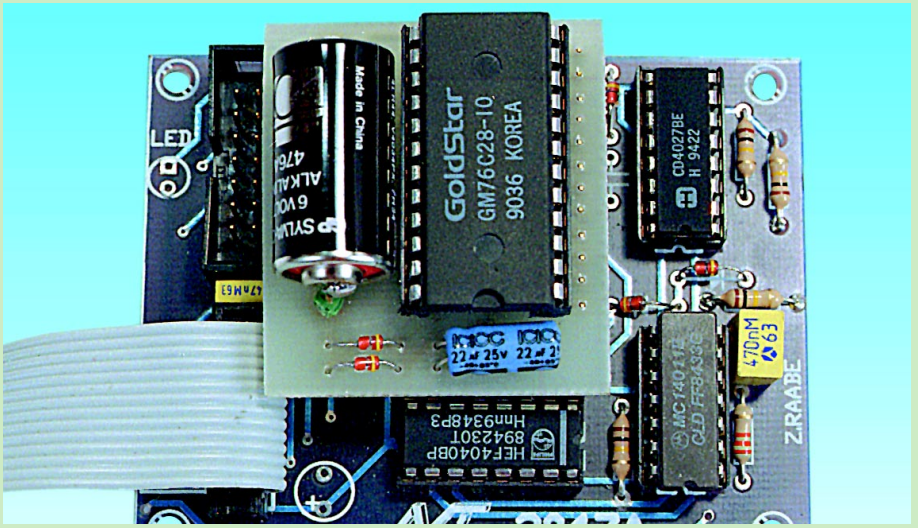
Spadek napięcia na tych diodach powoduje, że podczas zasilania pamięci z układu programatora bateria jest odłączona od reszty układu, ponieważ na szynie zasilającej programatora istnieje napięcie wyższe niż na katodzie diody D1. Po odłączeniu podstawki z pamięcią od programatora przez diody zaczyna płynąc prąd, zasilając kostkę pamięci napięciem 6 – 2 x 0,6V czyli ok. 4,8V, co jest wartością całkowicie wystarczającą do podtrzymania jej zawartości. Wejście CE (Chip Enable) pamięci było podczas pracy w układzie programatora zwarte do masy zasilania, umożliwiając zapisywanie i odczytywanie danych. Po odłączeniu podstawki od programatora na wejściu tym zostaje za pośrednictwem rezystora R1 wymuszony stan wysoki co powoduje przejście układu pamięci w stan Power Down, co wydatnie zmniejsza pobór prądu przez kostkę. Typowo wynosi on ok. 4µA, tak więc pobór prądu z baterii jest pomijalnie mały, najczęściej mniejszy niż jej prąd samorozładowania. Tak więc możemy w opisanej podstawce przechowywać pamięć przez wiele miesięcy, a w przypadku zastosowania baterii dobrego producenta nawet przez kilka lat bez obawy utraty zapisanych danych. A tak w ogóle, to w niektórych sytuacjach moglibyśmy

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 560kW
Kondensatory
C1: 22µF
C2: 100nF
Półprzewodniki
D1, D2: 1N4148 lub odpowiednik
D3: BAT82 lub podobna
Różne
dwa szeregi goldpinów po 12 szt.
podstawka DIL 24



Rys. 2. Płytka drukowana.



zrezygnować z stosowania baterii! Jeżeli potrzebne nam jest przechowanie danych przez krótki okres - kilka godzin - to zamiast baterii można zastosować kondensator o bardzo dużej pojemności rzędu kilku tysięcy µF lub większej. Autor przeprowadził próby z typowym kondensatorem elektrolitycznym o pojemności 2200µF. Po czterech godzinach od odłączenia zasilania (5V) napięcie na nim wynosiło jeszcze ok. 4,2V. Dodatkowa dioda D3 (zastosowano diodę Schottky'ego o małym spadku napięcia) zabezpiecza baterię BT1 przed rozładowaniem, gdy włączymy zasilanie programatora, a moduł pamięci pozostanie nadal w układzie (nie zostanie wyjęty z podstawki).

Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów pokazane jest na **rysunku 2**. Montaż rozpoczynamy jak zwykle od wlutowania rezystora i diod i kondensatorów. Następnie musimy wykonać czynność wymagającą pewnej zręczności, a mianowicie wlutować dwa rzędy goldpinów od strony druku. Goldpiny wsuwamy w otwory w płytce dłuższymi końcami, możliwie na jak najmniejszą głębokość. Następnie dokładnie oblutowujemy ich końcówki i na końcu przesuwamy plastykową łączówkę jak najbliżej powierzchni płytki. Wlutowanie ostatniego elementu: podstawki pod pamięć nie wymaga już komentarza. Autor nie musi chyba także zaznaczać, że "układ" nie wymaga uruchamiania ani regulacji.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2095.

Cd. ze str. 38

W miarę możliwości stosuj proste ścieżki, ale gdyby to zaciemniało obraz musisz ścieżkę "złamać". Unikaj jednak pozostawiania punktu załamania ścieżki pod jakimkolwiek elementem, bo potem przy przemieszczaniu tego elementu, ścieżka będzie przesuwana wraz z nim i zacznie się tworzyć bałagan.

Po wstępnym narysowaniu ścieżek otrzymasz obraz, jak na **rysunku 26**.

W Easytraxie do identyfikacji poszczególnych punktów możesz użyć polecenia Jump Pad. Najpierw zmień kursor na duży krzyż ("S" "O" "C" "L" "esc"). Ustaw kursor nad interesującym Cię elementem i wykonaj: "J" "P" "enter" wpisz numer punktu "enter".

Gdybyś miał Autotraxa lub Protela, w tym etapie pracy nie umieszczałbyś na płytce żadnych ścieżek. Przygotowałbyś netlistę w odpowiednim formacie i wczytałbyś ją poleceniem NetList Get ("N" "G"). Po wczytaniu netlisty i włączeniu jej wyświetlania ("N" "G" "nazwa_netlisty" "enter" "S" "enter" "S" "A" "esc") program pokazałby ci obraz bardzo podobny do tego na rysunku 26, tyle, że połączenia zaznaczone byłyby cienkę linią, i nie byłyby to ścieżki, tylko układ połączeń według netlisty.

W dalszej części opisu dowiesz się, jak taką prawdziwą netlistę można napisać na piechotę. Jest to w sumie bardzo łatwe.

Oczywiście w Easytraxie nie możesz wczytać netlisty, ale doprowadziłeś jednak do bardzo podobnej sytuacji. Celowo zaproponowałem Ci taką kolejność prac, bowiem oto pracując z prostym Easytraxem stworzyłeś sytuację taką, jak przy wykorzystaniu zaawansowanych narzędzi. Gratulacje! Zaczynasz nabierać zdrowych, wręcz profesjonalnych przyzwyczajeń.

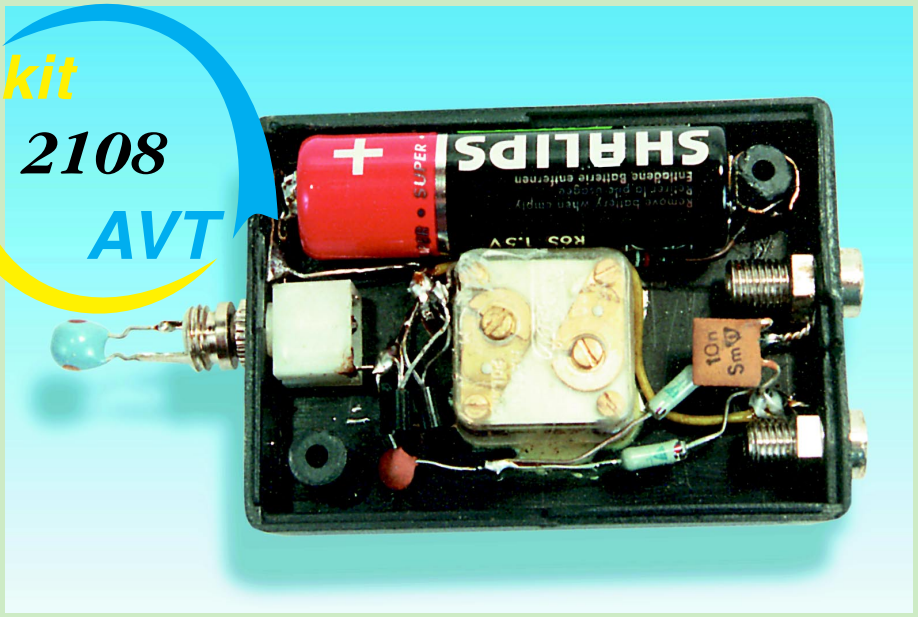
Rys. 26. Wstępne trasowanie ścieżek.

W następnej części artykułu dokończymy nasz projekt płytki. Wiem jednak, że nie wytrzymasz tak długiej bezczynności - zapewne zechcesz spróbować swoich sił. Dokończ więc pracę sam - wstaw elementy, poprowadź ostatecznie ścieżki i uporządkuj opis. Za miesiąc porównamy wyniki.

Piotr Górecki

Falomierz - generator w.cz. (TDO)

kit 2108 AVT



Do czego to służy?

TDO to skrót od nazwy *trans-dip-oscillator*. Jest to bardzo użyteczny przyrząd w pracowni elektronika-radioamatora. Umożliwia on w pozycji falomierza pomiar z pewnym przybliżeniem częstotliwości sygnału w.cz., zaś w pozycji generatora jest źródłem niemodulowanego sygnału w.cz. Po dołączeniu posiadanego multimetru - wskaźnika generowanego napięcia w.cz. - TDO pozwala określić częstotliwość rezonansową obwodu LC. Przyrząd może być używany przy konstruowaniu radioodbiornika czy nadajnika, a także wszędzie tam, gdzie występują cewki w zakresie częstotliwości 1...30MHz. Pomimo prostoty, urządzenie może zastąpić kilka drogich przyrządów pomiarowych. Dokładność pomiarów zależy od precyzji w naniesieniu skali oraz od wprawy użytkownika.

Na końcu artykułu podamy przykładowe możliwości zastosowań tego przyrządu.

Jak to działa?

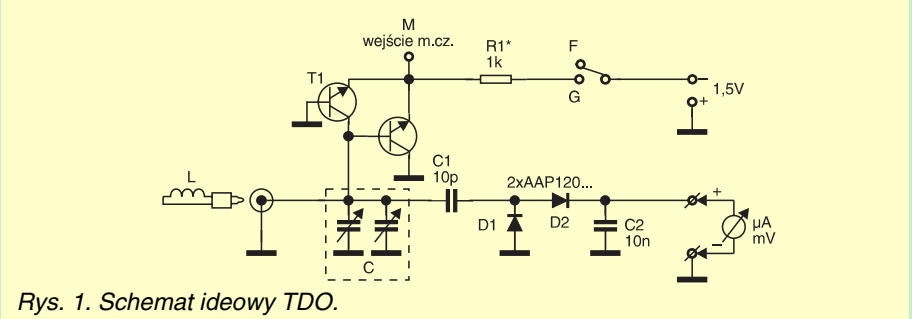
Schemat ideowy TDO przedstawiono na **rysunku 1**. Uważni Czytelnicy zauważyli, że w skład urządzenia wchodzą dwa opisywane już układy:
- generator w.cz. (EdW 5/96)
- wskaźnik napięcia w.cz. (EdW 3/96)

Najważniejszym elementem TDO jest strojony obwód rezonansowy w skład którego wchodzi wymienna nieekranowana cewka L umieszczona na zewnątrz obudowy oraz kondensator obrotowy C zaopatrzony w podziałkę częstotliwości. Wykorzystano tu przypadkowy kondensator zmienny w obudowie plastikowej typu KOD, z równolegle połączonymi sekcjami, o wypadkowej pojemności około 250pF. W generatorza zastosowano dwa tranzystory T1 i T2 typu BF199 sprzężone galwanicznie, co zapewnia nieco większą częstotliwość pracy oraz stabilność niż stosowane pierwotnie tranzystory m.cz. Przy zastosowaniu tranzystorów pnp należy zmienić kierunek włączenia zasilania. Przy zasilaniu napięciem wyższym niż 1,5V, należy odpowiednio zwiększyć wartość rezystora R1. Zasadę działania układu oraz zależność częstotliwości od wartości elementów LC podaliśmy w EdW 5/96.

Napięcie w.cz. z generatora jest prostowane w układzie podwajacza napięcia z diodami germanowymi D1, D2 typu AAP120 i doprowadzone do gniazdek radiowych umożliwiających dołączenie miernika analogowego (mikroamperomierza o zakresie 50-200µA). Oczywiście można dołączyć multimetr cyfrowy, lecz wydaje się, że oko jest bardziej wyczulone na wychylenia wskazówki niż na zmiany wskaźnika cyfrowego (być może to tylko subiektywne odczucie autora). Celowo zrezygnowano z potencjometru na wyjściu, ponieważ wychylenie wskazówki miernika na koło 3/4 skali można uzyskać poprzez zmianę zakresu miernika (niezależnie czy to jest zakres milamperomierza czy woltomierza).

Podczas pracy TDO (pozycja G) nieekranowana cewka L promieniuje energię w.cz. o ustalonej częstotliwości f. Jeżeli obwód rezonansowy z cewką L zostanie sprzęgnięty z innym obwodem o identycznej częstotliwości rezonansowej, wskazówka miernika wskaże gwałtowny spadek wartości (tak zwany "dip"). Dzieje się tak dlatego, że przy zgodności obydwu częstotliwości badany obwód pobiera część energii z obwodu generatora powodując zmniejszenie amplitudy sygnału.

Jeżeli generator nie jest zasilany (pozycja F), układ działa jako falomierz absorpcyjny. Przy zgodności obu częstotliwości (mierzonego obwodu LC generującego energię w.cz. i obwodu z cewką L) wskazówka miernika będzie wskazywała maksymalną amplitudę.



Rys. 1. Schemat ideowy TDO.

Montaż i uruchomienie

Układ elektryczny zmontowano bezpośrednio sposobem przestrzennym w obudowie plastikowej, choć wskazane jest zastosowanie obudowy metalowej ze względu na właściwości ekranujące.

Jako cewki można wykorzystać łatwo dostępne dławiki w.cz., których końce przylutowano do wyprowadzeń wtyku Jack.

Dla poniższych podzakresów można zastosować dławiki o następujących indukcyjnościach:
I - 1...3MHz: 100µH
II - 3...10MHz: 10µH
III - 10...30MHz: 1µH

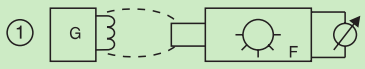
Chcąc zmniejszyć zakres częstotliwości (zakres fal długich czy średnich), należy wybrać dławiki o większej indukcyjności, np. 1mH, lub dołączyć do dławika dobrany dodatkowy kondensator. Analogicznie, aby uzyskać zakres UKF, trzeba podłączać dławiki o mniejszej indukcyjności, np. 0,1µH, z tym, że z zastosowanym kondensatorem zmiennym następuje w skrajnym jego położeniu zrywanie drgań (za duża wartość pojemności). Jeżeli ktoś będzie chciał zrezyg-

nować z falomierza, to można nie instalować wyłącznika zasilania, ponieważ wyjęcie cewki z gniazdka jest równoznaczne z wyłączeniem zasilania.

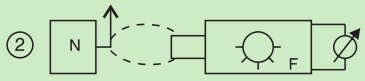
W końcowej fazie montażu należy na górną część obudowy nakleić biały kartonik z naniesioną podziałką i napisami. Do skalowania można wykorzystać odbiornik pokrywający wymagany zakres częstotliwości lub lepiej - częstościomierz cyfrowy podłączony do wyjścia generatora w.cz. za pomocą kondensatora około 10pF. Na skalę można nanieść tylko jedną podziałkę i korzystać z tabelki przeliczeniowej sporządzonej dla konkretnych dławików.

Przykładowe zastosowania

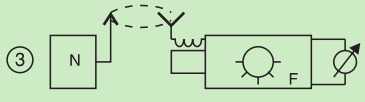
Pozycja F (falomierz)



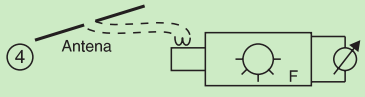
Wyznaczanie częstotliwości obwodu LC generującego sygnał w.cz. Cewkę przyrządu sprzęga się z badanym obwodem, na przykład z wyjściem generatora czy nadajnika i, obracając pokrętłem TDO, dąży się do uzyskania maksymalnego wychylenia wskaźnika. Częstotliwość rezonansową odczytuje się ze skali przyrządu.



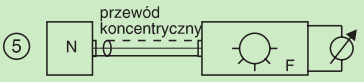
Strojenie nadajnika. Cewkę przyrządu sprzęga się z wyjściem antenowym sprawdzanego nadajnika. Strojenie obwodów nadajnika odbywa się na maksimum wskazań wskaźnika, oczywiście przy ustalonej częstotliwości. Tylko podczas równoważenia modulatora DSB stroimy na minimum.



Wskaźnik natężenia pola elektromagnetycznego. Przyrząd umieszczamy w polu promieniowania anteny. W celu zwiększenia jego czułości do cewki TDO można przyłączyć kawałek przewodu pełniącego funkcję anteny. W ten sposób można również określić charakterystykę promieniowania anteny.

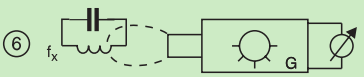


Pomiar częstotliwości rezonansowych anten. W przypadku anten zasilanych kablem na cewkę TDO nakłada się "link" (pętelka składająca się z dwóch zwojów drutu), który łączy się z przewodem zasilającym antenę. Pokrętłem z podziałką obraca się aż do wystąpienia minimum wychylenia ("dip").

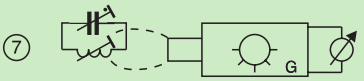


Sonda w.cz. Skręcamy kondensator zmienny na minimalną wartość, a w miejsce cewki podłączamy sygnał pomiarowy w.cz. i odczytujemy wartość napięcia na dołączonym multimetrze. Zastosowanie oraz posługiwanie się sondą było opisane w EdW 3/96 - str. 49.

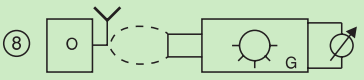
Pozycja G (generator)



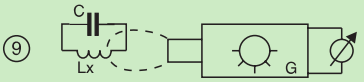
Określanie częstotliwości rezonansowej obwodu LC. Do cewki przyrządu zbliża się cewkę badanego obwodu LC i obracając pokrętłem TDO aż do uzyskania wyraźnego minimum wychylenia wskazówki ("dip") miernika. Mierzoną częstotliwość odczytuje się z podziałki.



Strojenie obwodów rezonansowych LC. Na skali TDO ustawia się żądaną wartość częstotliwości. Cewkę przyrządu sprzęga się ze strojonym obwodem i dostraja się rdzeń w cewce lub pojemność) do momentu uzyskania najmniejszego wychylenia ("dip").

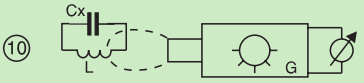


Generacja sygnałów w.cz. Generator może służyć do orientacyjnego strojenia odbiorników. W tym celu cewkę przyrządu należy zbliżyć do wejścia antenowego sprawdzanego odbiornika i na podziałce TDO ustawić wymaganą częstotliwość. Obwody odbiornika stroimy na maksimum odbieranego sygnału. W przypadku odbiorników AM należy dołączyć do emiterów tranzystorów generator m.cz. 1kHz celem uzyskania sygnału modulowanego.



Pomiar indukcyjności cewek. Badaną cewkę łączymy z kondensatorem o znanej pojemności, a następnie określamy częstotliwość rezonansową tak powstałego obwodu LC. Indukcyjność wyliczamy ze wzoru:

$$Lx = \frac{25330}{C \cdot f^2} \quad [\mu H, pF, MHz]$$



Pomiar pojemności kondensatorów. Postępujemy jak wyżej, z tym, że cewka musi mieć znaną indukcyjność. Pojemność wyliczamy ze wzoru:

$$Cx = \frac{25330}{L \cdot f^2}$$

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 1kW

Kondensatory

C: 10...250pF, kondensator zmienny obrotowy typu KOD

C1: 10pF

C2: 10nF

Półprzewodniki

T1, T2: BF199 itp.

D1, D2: AAP120 itp.

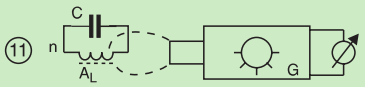
Różne

L: 100µH, 10µH, 1µH

Gniazdo "mini Jack" z wtyczką (3 szt.)

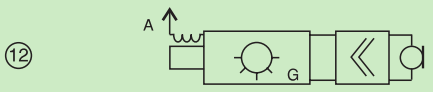
Gniazdka radiowe (2 szt.)

Obudowa plastikowa

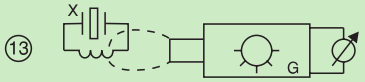


Określanie liczby AL nieznanego rdzenia ferrytowego w.cz. AL to liczba zwojów przypadająca na 1nH. Znając liczbę zwojów oraz indukcyjność obwodu można wyznaczyć liczbę AL ze wzoru:

$$A_L = \frac{L}{n^2} \quad [nH]$$



Mininadajnik AM. Do emiterów tranzystorów podłączamy wzmacniacz m.cz. z mikrofonem zaś do cewki antenę w postaci np. odcinka drutu. Zasięg nadajnika z zastosowaniem domowego radioodbiornika z zakresem fal średnich lub krótkich wynosił kilka metrów.

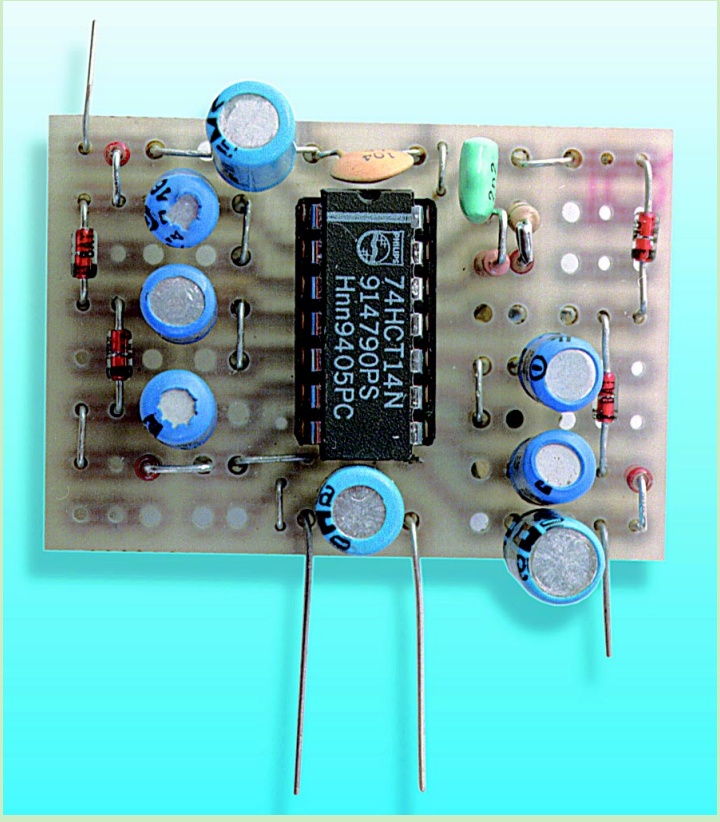


Określanie częstotliwości rezonatorów kwarcowych. Do wyprowadzeń rezonatora kwarcowego podłączamy "link" (kilka zwojów drutu) który zbliżamy do cewki TDO i obracając pokrętłem znajdujemy "dip". Należy bardzo powoli pokręcać pokrętłem kondensatora ponieważ dip jest bardzo "ostry" i można nie zauważyć spadku amplitudy sygnału.

Prawda, że trudno znaleźć urządzenie spełniające więcej funkcji? Z tego też powodu TDO powinien, obok miernika uniwersalnego, znaleźć podstawowe wyposażenie pracowni elektronika-radioamatora.

Andrzej Janeczek

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2108.



Przetwornica napięcia

kit 2110 AVT

- prosta konstrukcja i łatwość wykonania
- niska cena wynikająca z zastosowania popularnych elementów
- duża sprawność przetwarzania
- możliwość zmontowania na płytce uniwersalnej

Do czego to służy?

W praktyce elektronika zdarza się dość często, że na jednej płytce drukowanej umieszczone są zarówno układy analogowe, jak i cyfrowe. Układy cyfrowe najczęściej zasilane są pojedynczym napięciem 5V, natomiast analogowe zwykle wymagają napięć symetrycznych, rzędu ±10V lub większych. Potrzebne są więc dwa oddzielne zasilacze, albo trzeba zastosować odpowiednią przetwornicę. Na rynku dostępne są specjalne scalone przetwornice, zarówno wykorzystującej cewkę indukcyjną, jak i pojemnościowe. Niektóre takie kostki mają rzeczywiście świetne parametry i do wykonania kompletnej przetwornicy, oprócz układu scalonego, potrzebne jest tylko kilka zewnętrznych elementów biernych. Niestety póki co, nie każdy hobbysta może takie kostki kupić: są jeszcze za mało popularne, a przy tym dość drogie.

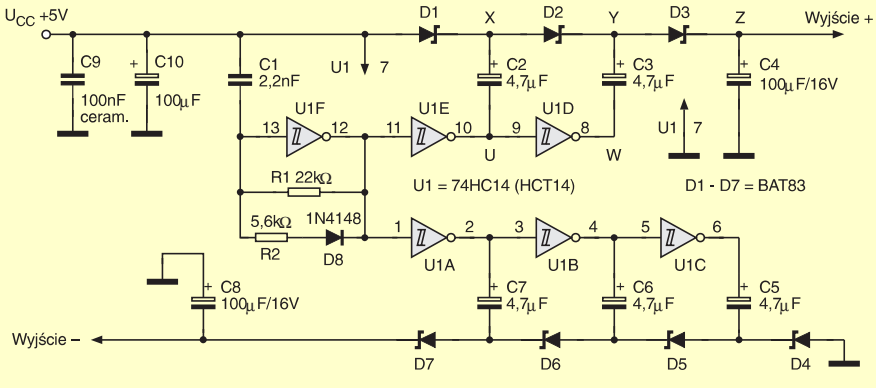
Czytelnicy EdW póki co, nie projektują sprzęgów analogowo-cyfrowych, pracujących z rozdzielczością 10...12 bitów i częstotliwością przetwarzania rzędu dziesiątek megaherców. W takich precyzyjnych i szybkich układach pomiarowych zawierających układy analogowe i cyfrowe problem zasilania, a w szczególności sposób prowadzenia mas, jest jednym z najważniejszych zadań, jakie stają przed konstruktorem.

Natomiast Czytelnicy EdW potrzebują przetwornicy na przykład do zasilania wzmacniaczy operacyjnych z baterii lub akumulatorów, do uzyskania wymaganych poziomów w łączu szeregowym RS232, lub do zasilania komparatorów czy wzmacniaczy operacyjnych współpracujących z układem cyfrowym.

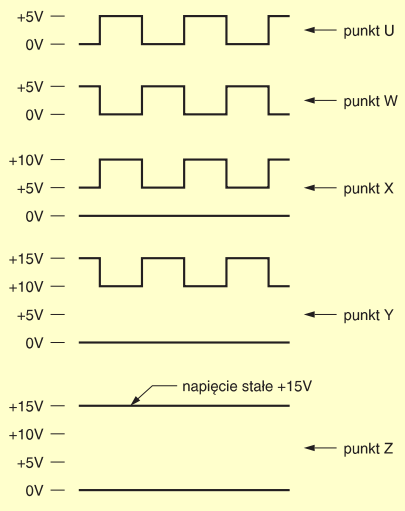
Przedstawiony dalej prosty układ okaże się bardzo pożyteczny, gdy potrzeba z pojedynczego napięcia wytworzyć napięcia symetryczne o większej wartości, a wymagany prąd nie jest większy niż 5...10mA.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 1**. Widać tu w zasadzie dwie przetwornice: jedną podwajającą z inwerterami U1E, U1D i drugą potrajającą z inwerterami U1A, U1B, U1C.



Rys. 1. Schemat ideowy przetwornicy.



Rys. 2. Przebiegi napięć w ważniejszych punktach układu.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 1**. Widać tu w zasadzie dwie przetwornice: jedną podwajającą z inwerterami U1E, U1D i drugą potrajającą z inwerterami U1A, U1B, U1C.

Pracą obu przetwornic steruje generator zbudowany na inwerterze U1F.

Zasada pracy przetwornicy pojemnościowej jest bardzo prosta; dla ułatwienia analizy układu, na **rysunku 2** przedstawiono przebiegi napięć w ważniejszych punktach układu.

Przy analizie działania dla uproszczenia założymy, że diody są idealne, i w kierunku przewodzenia nie występuje na nich żaden spadek napięcia. Na początek przyjmijmy, że przetwornica nie jest obciążona, czyli pracuje w stanie jałowym.

Gdy na wyjściu bramki U1E występuje stan niski, kondensator C2 naładuje się przez diodę D1 do napięcia równego napięciu zasilania. W następnej fazie cyklu pracy, na wyjściu bramki U1E pojawia się stan wysoki, a na wyjściu U1D - niski. Naładowany kondensator C2 jest niejako podniesiony i napięcie na jego dodatniej okładzinie (punkt X) mierzone w stosunku do masy jest dwa razy większe niż napięcie zasilające układ (Ucc). W tej fazie dioda D1 jest spolaryzowana zaporowo, nie płynie przez nią żaden prąd. Prąd płynie natomiast przez diodę D2 i ładuje kondensator C3. Ponieważ napięcie na wyjściu bramki U1D jest równe zeru, kondensator C3 naładowałby się do napięcia dwa razy większego niż napięcie zasilania Jeśli pojemność kondensatora C3 byłaby dużo mniejsza od pojemności C2, to już w tej fazie kondensator C3 naładowałby się praktycznie do napięcia, jakie występuje w punkcie X. Ponieważ jednak pojemność C3 jest równa pojemności C2, kondensator naładuje się do takiego napięcia, dopiero po pewnej liczbie cykli pracy.

W następnej fazie znów zmienią się stany na wyjściach bramek: na wyjściu U1E pojawi się stan niski, a na wyjściu U1D - wysoki. Tym razem "podniesiony" zostanie kondensator C3, i na jego dodatniej okładce (punkt Y) napięcie w stosunku do masy będzie trzykrotnie większe od napięcia zasilającego Ucc. Dioda D2 będzie teraz spolaryzowana zaporowo, natomiast prąd popłynie przez diodę D3 i naładuje kondensator C4. Znów, jeśli pojemność C4 byłaby dużo, dużo mniejsza od pojemności C3, kondensator wyjściowy C4 od razu naładowałby się do napięcia trzykrotnie większego niż napięcie Ucc.

Wzajemne ładowanie kondensatorów możemy porównać do przelewania wody ze szklanki do szklanki. Poziom wody w szklance odpowiada napięciu elektrycznemu. Woda może płynąć tylko z naczynia gdzie jest wyższy poziom, do naczynia gdzie poziom wody jest niższy, a jest jasne, że poziom wody w szklance (napięcie) zmniejsza się jeśli woda w niej zawarta przepływa do innej szklanki (ładujemy następny kondensator). Jeśli przelewalibyśmy wodę z bardzo dużej do bardzo małej szklanki, to poziom wody w dużej szklance niewiele zmieniłby się nawet po napełnieniu małej szklanki. Ponieważ w naszym układzie wszystkie szklanki (kondensatory C2, C3, C4) mają równe pojemności, trzeba kilkakrotnie powtórzyć cykl przelewania, aby uzyskać na wyjściu potrzebne podwyższone napięcie.

W praktyce pojemność kondensatorów nie gra większej roli, o ile tylko odpowiednio duża jest częstotliwość pracy przetwornicy. Natomiast nigdy nie uda się uzyskać napięcia dokładnie trzy razy większego, niż napięcie zasilające - napięcie wyjściowe zawsze jest mniejsze. Wynika to po pierwsze ze spadku napięcia na diodach (w kierunku przewodzenia), a po drugie ze strat w wyjściowej rezystancji wewnętrznej bramek. Oczywiście, napięcie wyjściowe zależy od prądu obciążenia.

Druga, dolna część układu - przetwornica napięcia ujemnego - składa się z inwerterów U1A, U1B i U1C. Pracuje ona na identycznej zasadzie, ale ponieważ potrzebne są napięcia symetryczne względem masy, musi zawierać o jeden stopień więcej niż przetwornica napięcia dodatniego.

Dla uzyskania najlepszych rezultatów, w układzie należy zastosować diody Schottky'ego, mające niewielki spadek napięcia w kierunku przewodzenia, oraz układy 74HC14 (lub ewentualnie 74HCT14), mające małą rezystancję wyjściową. Dużo gorszym rozwiązaniem jest użycie zwykłych diod krzemowych i kostki CMOS 40106, która ma takie same funkcje i układ wyprowadzeń, ale znacznie większą rezystancję wyjściową.

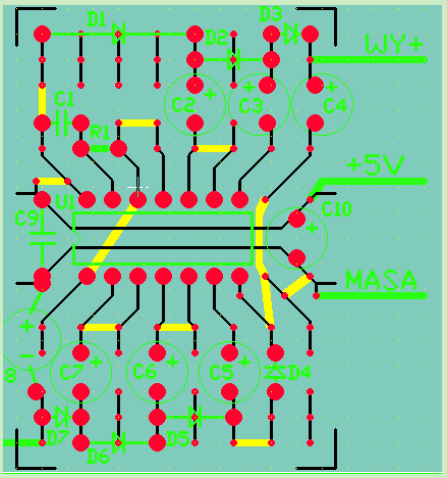
Przy zasilaniu napięciem 5V, na wyjściach WYJŚCIE+ i WYJŚCIE- w stanie jałowym uzyskuje się napięcia wynoszące około +14,85V i -14,6V względem masy. Przy obciążeniu obu wyjść prądem rzędu 5mA napięcia wyjściowe wynoszą: +11,9V i -10,7V, a przy obciążeniu prądem 10mA: +9,5V i -8,2V.

Kostkę 74HC14 można zasilać napięciem w zakresie 3...6V, 74HCT14 - 4,5...5,5V.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu można wykonać w dowolny sposób. Egzemplarz modelowy pokazany na fotografii zmontowano na małej płytce uniwersalnej PU-03. **Rysunek 3** będzie pomocą w montażu. Układ zwór (połączeń) nie jest krytyczny, należy jednak minimalizować długość połączeń.

Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania. Przy montażu na płytkach uniwersalnych łatwo jednak o pomyłki,



Rys. 3. Schemat montażowy (płytka nie w skali).

więc w przypadku kłopotów sprawdzanie układu należy zacząć od generatora z bramką U1F, którego częstotliwość powinna wynosić kilkadziesiąt kHz. W przypadku kostki 74HC14 generowany przebieg prostokątny powinien mieć mniej więcej jednakowe czasy impulsu i czasy przerwy. Przy kostce 74HCT14 współczynnik wypełnienia byłby inny, ponieważ układy te mają inne poziomy progów logicznych (zgodne z poziomami TTL). Dlatego w przypadku zastosowania kostek 74HCT14 dobrze jest dla uzyskania równych czasów impulsu i przerwy, wlutować rezystor R2 (5,6kW) i diodę D8 (1N4148). Ale uwaga! Elementy te nie są potrzebne, jeśli użyta jest kostka 74HC14.

Gdy czasy impulsu i przerwy będą równe, średnie napięcia na wszystkich wyjściach bramek (mierzone woltomierzem wskazówkowym) powinny być mniej więcej równe połowie napięcia zasilającego.

Cd. na str. 46

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 22kW

Kondensatory

C1: 2,2nF

C2, C3, C5, C6, C7: 4,7...22µF/16V

C4, C8, C10: 47...100µF/16V

C9: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki

D1-D7: diody Schottky 0,1...0,2A np. BAT83

U1: 74HC14

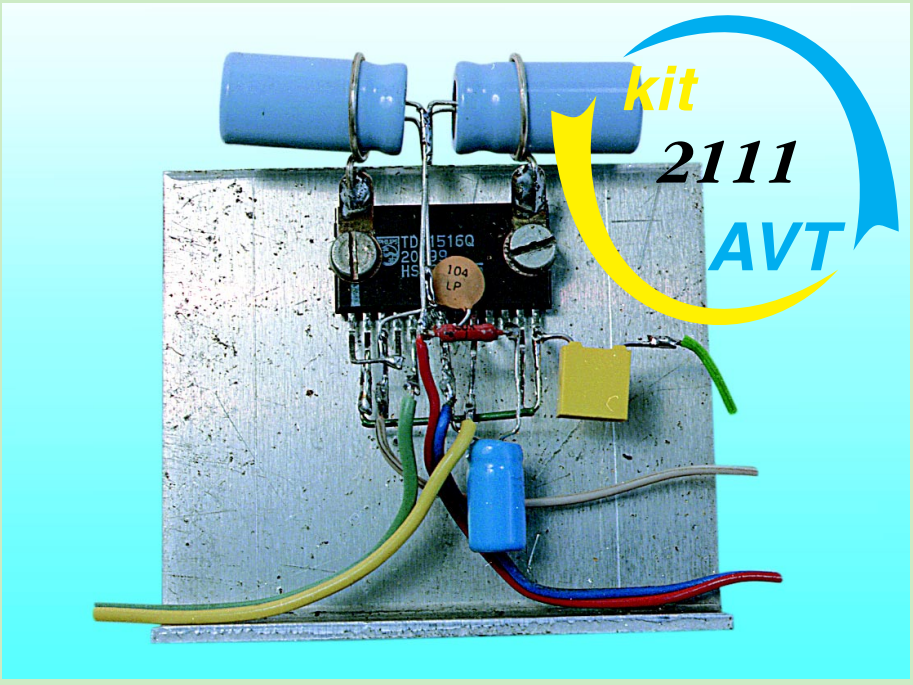
Elementy używane przy zastosowaniu jako U1: 74HCT14

(nie wchodzą w skład kitu AVT-2210)

R2: 5,6kW

D8: 1N4148

Wzmacniacz mocy z układem TDA1516Q



Do czego to służy?

Na łamach EdW pojawiło się już kilka opisów prostych wzmacniaczy mocy. Kontynuujemy tę serię, bowiem dziś praktycznie wszystkie wzmacniacze o mocy do kilkudziesięciu watów buduje się w oparciu o układy scalone. Naprawdę nie warto bawić się w realizację wzmacniacza z elementów dyskretnych, gdy za kilka złotych można dostać kostkę o bardzo dobrych parametrach, posiadającą wszelkie zabezpieczenia m.in: termiczne i zwarciowe. W poprzednim numerze EdW zaprezentowaliśmy wzmacniacz stereo zbudowany z kostką TDA1554Q. Nie zawsze jednak potrzebne są dwa kanały. Do wszelkiego sprzętu mono, szczególnie zasilanego z akumulatora czy baterii, znakomitym rozwiązaniem będzie użycie taniej i popularnej kostki TDA1516Q.

Kostka nadaje się do "podrasowania" starszego sprzętu monofonicznego, o ile tylko dostępne napięcie zasilania zawiera się w granicach 6...18V. Z prezentowanego wzmacniacza ucieszy się nie tylko niedosłysząca babcia, której radio lub telewizor zaczną grać bardzo głośno. Moc rzędu 20W przy zastosowaniu sprawnych głośników (np. tubowych) wystarczy do nagłośnienia wielkiej sali, czy dużego placu.

W niniejszym numerze EdW, zgodnie z życzeniem Czytelników, dużo uwagi poświęcono układom alarmowym. Prezentowany wzmacniacz idealnie nadaje się do sterowania głośnikiem tubowym o mocy 10W i rezystancji 8W, takie zwykle stosowane są w popularnych syrenkach. Przy zastosowaniu specjalizowanej kostki generatora alarmu (np. UM3561) lub zaprogramowanego we własnym zakresie układu pamięciowego ISD, można stworzyć oryginalną, wręcz niepowtarzalną syrenę alarmową.

Jak to działa?

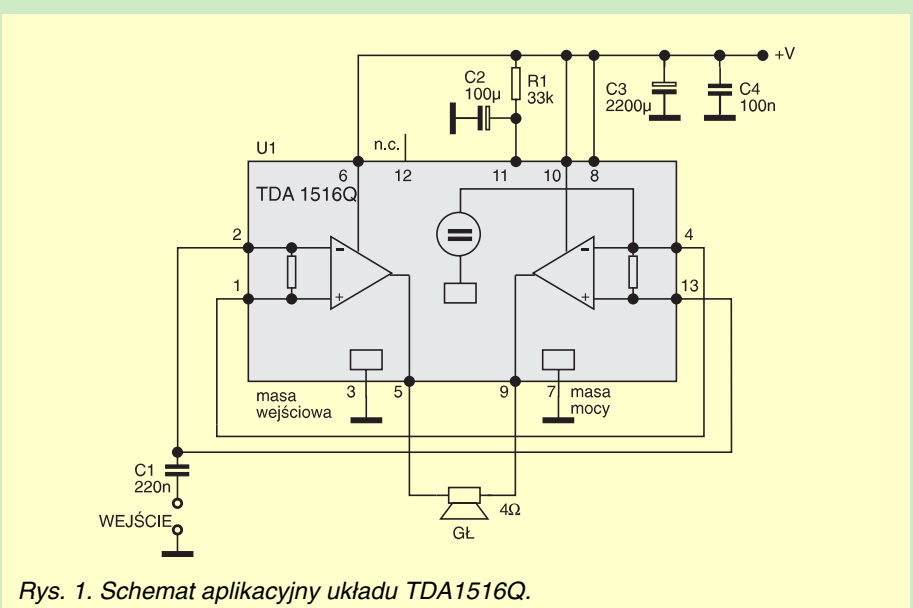
Układ aplikacyjny kostki TDA1516Q (a także bliźniaczej kostki TDA1518Q, różniącej się tylko wzmocnieniem) przedstawiono na **rysunku 1**. W zasadzie układ scalony zawiera dwa niezależne wzmacniacze i może być używany także do budowy wzmacniacza stereo (2x11W na 2x2W lub 2x6W na 2x4W), ale wtedy konieczne są dwa dodatkowe kondensatory na wyjściach (2 x 1000µF) i kondensator filtrujący między nóżką 12 a masą (100µF).

Jak zwykle we wzmacniaczach samochodowych, układ jest wyposażony w wejście sterujące pracą kostki (n. 11). Gdy na nóżce 11 napięcie wynosi 0...2V, kostka jest całkowicie wyłączona, i pomimo, że pozostaje pod napięciem, wcale nie pobiera prądu. W modelu do nóżki tej dołączono obwód opóźniający R1C2. Dzięki temu przy włączeniu napięcia zasilania układ jest wyciszony do czasu naładowania kondensatora, co zapobiega przykrym stukom przy włączaniu zasilania. Oczywiście przy stosowaniu wzmacniacza w syrenie alarmowej elementy te nie są potrzebne, a nóżkę 11 można użyć do sterowania, przy czym wzmacniacz cały czas może być pod napięciem.

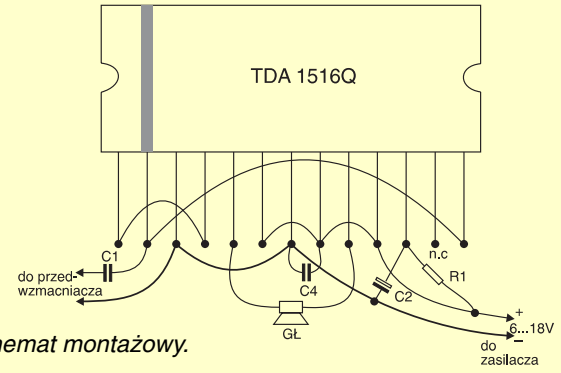
W wersji mostkowej, według rysunku 1, można przy zasilaniu 14,4V uzyskać moc wyjściową 22W na obciążeniu 4W. Oczywiście kostka może pracować przy obciążeniu o dowolnie większej oporności.

Wzmocnienie układu wynosi 20 - do pełnego wysterowania potrzebny jest więc sygnał o znacznej amplitudzie. Gdyby potrzebny był układ o większym wzmocnieniu (równym 200), wystarczy zastosować kostkę TDA1518Q, która ma identyczną budowę i układ połączeń, a większe wzmocnienie.

Jedyną drobną wadą kostki (podobnie jak wszystkich bez wyjątku wzmacniaczy samochodowych) jest znaczny prąd spoczynkowy rzędu 30...45mA.



Rys. 1. Schemat aplikacyjny układu TDA1516Q.



Rys. 2. Schemat montażowy.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 33kW

Kondensatory

C1: 220nF

C2: 100µF/16V

C3: 2200µF/25V (lub 2x1000µF/25V)

C4: 100nF, ceramiczny

Półprzewodniki

Montaż i uruchomienie

Pomocą w montażu układu będzie **rysunek 2**. Do tak prostego układu nie potrzeba płytki drukowanej - w ogromnej większości przypadków warto zastosować montaż przestrzenny.

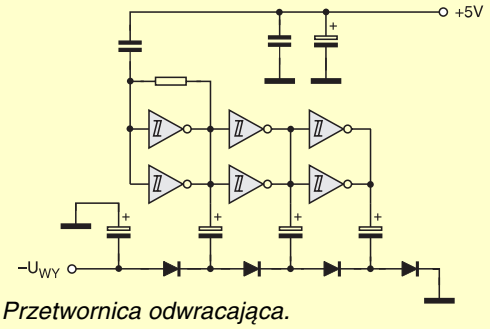
Do budowy modelu użyto niewielkiego radiatora z blachy aluminiowej. Prawdopodobnie okaże się on za mały dla uzyskania pełnej mocy 24W przy pracy ciągłej, bowiem wtedy moc strat wynosi około 15W. Jednak do urządzeń, gdzie rzadko będzie wykorzystywana cała moc wzmacniacza, taki radiator z powodzeniem wystarczy. Oczywiście kostka ma wbudowane zabezpieczenia, w tym termiczne, które nie dopuszczą do uszkodzenia, gdyby radiator okazał się za mały.

Jak zwykle przy montażu wzmacniacza mocy, należy zwrócić uwagę na przebieg połączenia masy do źródła zasilania i do ewentualnego przedwzmacniacza. Połączenie to powinno być możliwie krótkie i wykonane grubym przewodem. W modelu w roli C3 zastosowano dwa kondensatory o pojemności po 1000µF. Jeśli układ zasilany byłby z zasilacza posiadającego duże kondensatory filtrujące, kondensatora C3 nie trzeba stosować. Podobnie nie jest on potrzebny, jeśli wzmacniacz zasilany byłby z blisko umieszczonego akumulatora. Jeśli jednak miałby być zasilany z baterii, pojemność kondensatora C3 być może trzeba będzie zwiększyć, żeby zabezpieczyć przed samowzbudzeniem na niskich częstotliwościach przy częściowo wyczerpanych bateriach, gdy ich rezystancja wewnętrzna wzrośnie.

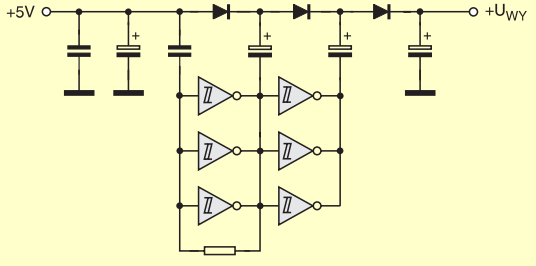
Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania i od razu pracuje poprawnie.

Piotr Górecki

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2111.



Rys. 4. Przetwornica odwracająca.



Rys. 5. Zwiększanie stopnia powielenia.

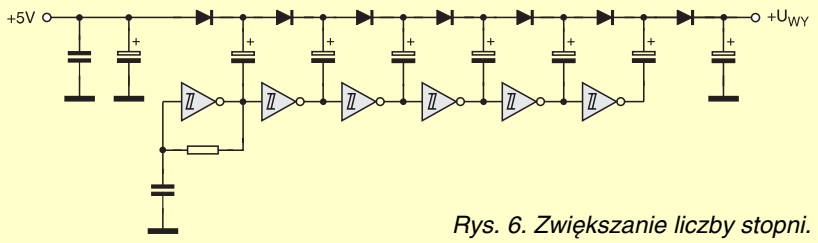
Cd. ze str. 44

Przy praktycznym stosowaniu opisywanego modułu należy zwrócić uwagę na zakłócenia impulsowe, jakie mogą przedostawać się z przetwornicy do innych części urządzenia. Aby je zminimalizować, w niektórych układach trzeba będzie oprócz kondensatorów C9 i C10 zastosować dławik o indukcyjności od kilkudziesięciu do kilkuset mikrohenrów, włączony szeregowo w obwód szyny zasilającej +5V.

Uwagi końcowe

Układ pokazany na rysunku 1 jest przetwornicą dostarczającą napięć symetrycznych. W wielu wypadkach potrzebne jest tylko wytworzenie napięcia ujemnego. Wtedy można wykorzystać układ z **rysunku 4**. Z uwagi na równoległe połączenie bramek, może on dostarczyć prądu znacznie większego niż podana wcześniej przetwornica napięć symetrycznych. Podobnie układ potrajacza napięcia z **rysunku 5**.

Tak samo, jeśli potrzebne byłoby napięcie dodatnie wyższe niż 12...14V, można zwiększyć liczbę stopni przetwornicy według **rysunku 6**. Należy jednak pamiętać, że zmniejsza się wtedy wydajność prądowa.



Rys. 6. Zwiększanie liczby stopni.

Piotr Górecki

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2110.

systemy ALARMOWE

Zadaniem każdego systemu alarmowego jest wykrycie i sygnalizacja obecności intruza, czy próby włamania. Każde urządzenie alarmowe można podzielić na trzy części: czujniki, procesor i część wykonawcza.

Do wykrycia próby włamania stosuje się najróżniejsze czujniki (wykorzystujące m.in. mechaniczne styki, promieniowanie podczerwone, ultradźwięki, mikrofale), ale tak czy inaczej, w każdej centralce alarmowej występują tak zwane linie dozorowe.

Linie dozorowe

Linie dozorowe to pętle przewodu, przekazujące informacje od czujników do centralki.

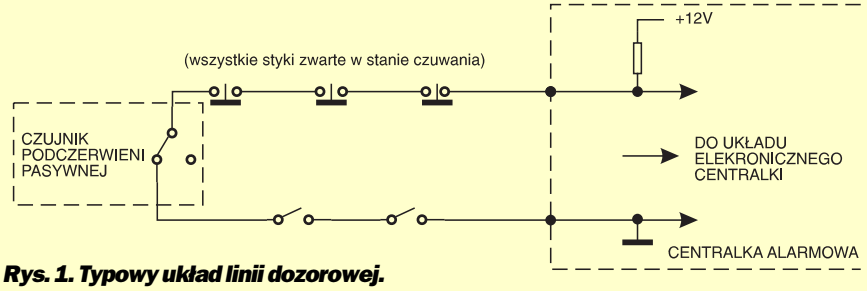
Najczęściej w linii dozorowej w stanie czuwania płynie niewielki prąd. Przerwanie takiej linii wywołuje alarm. Jedna linia dozorowa może obejmować dowolną ilość czujników, jak pokazano to na **rysunku 1.** Zaletą przedstawionego rozwiązania jest samoczynne włączenie alarmu przy próbie sabotażu polegającego na przecięciu przewodów.

W urządzeniach samochodowych często stosuje się odmienne rozwiązanie: styki normalnie otwarte, włączone jak na **rysunku 2.** Wtedy zwarcie dowolnego styku uruchamia alarm. Co prawda przecięcie przewodów czyni alarm "ślepym i głuchym", ale w samochodzie ryzyko przecięcia przewodów umieszczonych wewnątrz karoserii jest niewielkie.

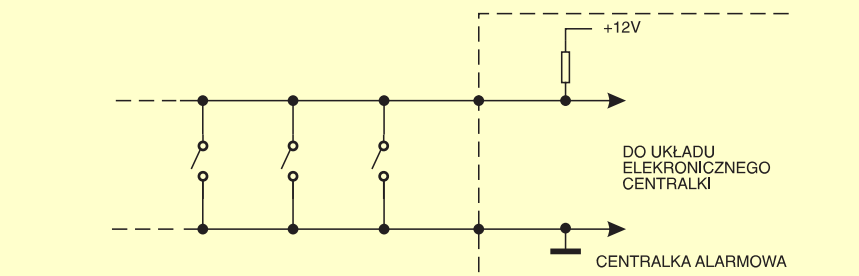
Również rozwiązanie z rysunku 1 nie jest doskonałe; co prawda przecięcie przewodów wywoła alarm, ale zwarcie danego czujnika, fragmentu czy nawet całej pętli, nie jest w żaden sposób sygnalizowane. Dlatego w niektórych systemach alarmowych stosuje się tak zwane linie parametryczne. W najprostszym przypadku na najdalszym końcu linii dozorowej jest umieszczony szeregowy rezystor. Centralka musi rozróżnić wtedy trzy stany linii, więc zarówno zwarcie, jak i rozwarcie pętli spowoduje alarm. W bardziej wymyślnych systemach zamiast rezystora używa się kombinacji elementów RC. Wtedy próba sabotażu przez uszkodzenie czy odłączenie linii dozorowej jest prawie niemożliwa.

W praktyce, ponieważ linie dozorowe nie są dostępne z zewnątrz, zwykle stosuje się rozwiązanie z rysunku 1. Nie trzeba wtedy przeprowadzać okresowych testów dołączonych linii - każda przerwa zostanie automatycznie wykryta.

Obecnie na rynku można spotkać systemy pracujące bez linii dozorowych, gdzie informacje od czujników przekazywane są drogą radiową. W takich systemach nie trzeba prowadzić sieci kabli, ponieważ każdy czujnik ma oddzielne źródło zasilania. Wadą jest, jak na razie, wysoka cena oraz fakt, że system można



Rys. 1. Typowy układ linii dozorowej.



Rys. 2. Linia dozorowa "zwierna".

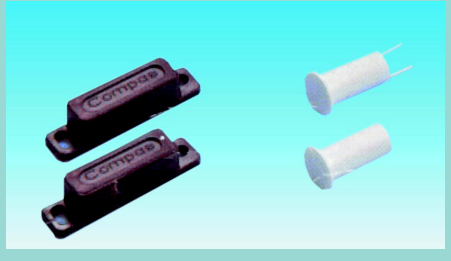
Rys. 3. Akustyczna czujka tłuczenia szkła.

unieszkodliwić - niejako zagłuszyć - nadając silną falę nośną o odpowiedniej częstotliwości.

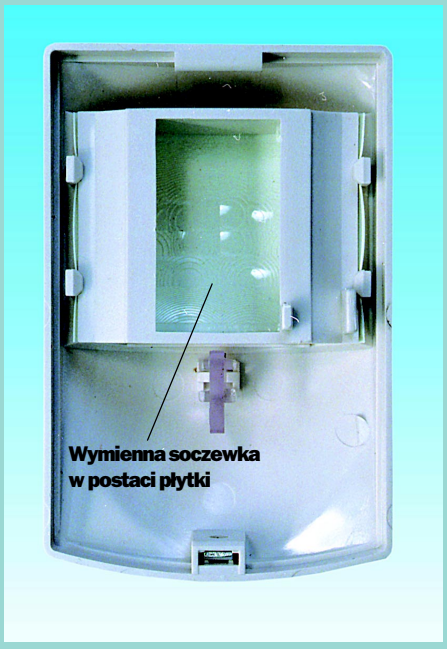
Czujniki

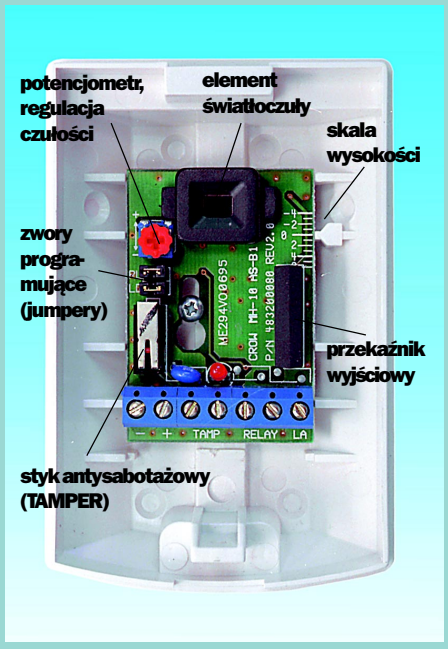
Najprostszym czujnikiem może być cieniutki przewód miedziany rozpięty wokół chronionego obiektu. Przerwanie go wywoła alarm. Jest to rozwiązanie dość skuteczne, szczególnie jeśli drucik umieszczony jest nisko, na wysokości nóg, ale kłopotliwe w obsłudze. Autor artykułu stosował takie "czujniki" podczas budowy domu. Dawniej powszechnie stosowano pętlę w postaci paska folii aluminiowej o centymetrowej szerokości, naklejaną na szyby. Dziś stosuje się czujniki tłuczenia szyby pracujące na zasadzie detekcji charakterystycznego dźwięku powstającego w czasie tłuczenia, bądź cięcia szkła. Czujka taka pokazana jest na **rysunku 3.**

Obecnie najpopularniejszym rodzajem czujników są styki kontaktronowe współpracujące z magnesem, stosowane do zabezpieczenia drzwi i ram okiennych. Szczególnie łatwe do zmontowania w drewnianych ramach są czujniki w kształcie dwóch walców o średnicy około 10mm i długości 25mm pokazane na **rysunku 4.** Jedna część zawiera magnes, druga styk kontaktronowy.



Rys. 4. Czujniki magnetyczne (kontaktronowe).





Rys. 5. Wnętrze czujki PIR.

Innymi powszechnie stosowanymi czujkami są odbiorniki promieniowania podczerwonego, tak zwane czujki podczerwieni pasywnej (PIR). Wykrywają one ruch obiektów o temperaturze różniącej się nawet o 2...3°C od temperatury tła. Na rysunku 5 pokazano wnętrze takiej czujki. Zwykle na płytce umieszczone są zwory lub jumperki, które pozwalają ustawić rodzaj pracy. Zasięg czujki i jej kąt widzenia zależy od zastosowanej, wymiennej soczewki. Najczęściej używana soczewka objętościowa zapewnia kąt widzenia co najmniej 90° i zasięg do około 6...10m. Aby osiągnąć planowany zasięg, należy skorygować położenie płytki wewnątrz obudowy, w zależności od wysokości zamontowania, stosownie do wskazówek zawartych w instrukcji obsługi. Każda czujka ma możliwość takiej korekcji - na rysunku 5 widać skalę wysokości. Pole widzenia czujki nie jest ciągłe, tylko podzielone na szereg stref. W zależności od zastosowanej soczewki czujka może mieć charakterystykę objętościową, dalekiego zasięgu, typu kurtyna lub specjalną, nieczułą na obecność zwierząt (psa). Przykłady pokazuje rysunek 6.

Czujki różnych firm mają różną odporność na fałszywe alarmy wywołane zakłóceniami elektromagnetycznymi, obecnością gryzoni (myszy), insektów, ptaków czy nawet na ruch powietrza (przeciągi). Dlatego zawsze warto stosować wyroby dobrych, sprawdzonych wytwórców, a nie łakomić się na kilka złotych oszczędności przy zakupie czujek nieznanego producenta. Z tego też względu nie ma sensu próba samodzielnego wykonania czujki podczerwieni pasywnej, nawet w przypadku, gdyby dostępne były wszystkie podzespoły.

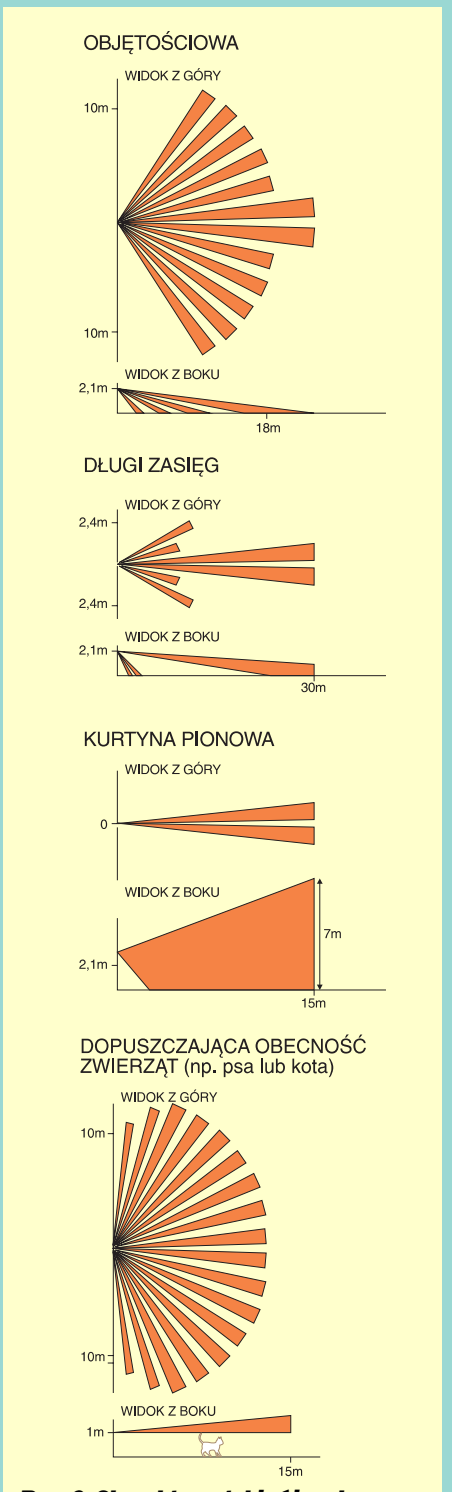
Przed laty, oprócz podczerwieni pasywnej stosowane były i niekiedy jeszcze są, tory podczerwieni aktywnej. Tor taki składa się z nadajnika (podczerwonej diody LED) i odbiornika (fotodiody). Dla uzyskania dużego zasięgu stosuje się pracę impulsową z dużą szczytową wartością prądu diody nadawczej, oraz różnorodne układy optyczne. Dla zabezpieczenia przed unieszkodliwieniem przez oświetlenie odbiornika "obcym" promieniowaniem podczerwonym, stosuje się systemy kluczowane, porównujące impulsy nadawane i odbierane - jakiekolwiek zaburzenia w rytmie nadawanych i odbieranych impulsów są sygnalizowane jako alarm. W jednym z najbliższych numerów EdW zostanie przedstawiony układ kluczowanego toru podczerwieni aktywnej dalekiego zasięgu nie zawierający żadnych soczewek.

We współczesnych systemach alarmowych coraz powszechniej stosowane są tzw. czujki mikrofalowe. Pracują one na zasadzie zbliżonej do radaru i wykorzystują efekt Dopplera, czyli zmianę częstotliwości przy odbiciu fali od poruszających się obiektów. Czujki te wysyłają impulsy promieniowania mikrofalowego i odbierają sygnały odbite od obiektów. Jeżeli którykolwiek z obiektów znajdujących się w zasięgu czujki będzie się poruszał, wtedy częstotliwość odbierana będzie się minimalnie różnić od częstotliwości nadawanej. To wystarczy do wywołania alarmu.

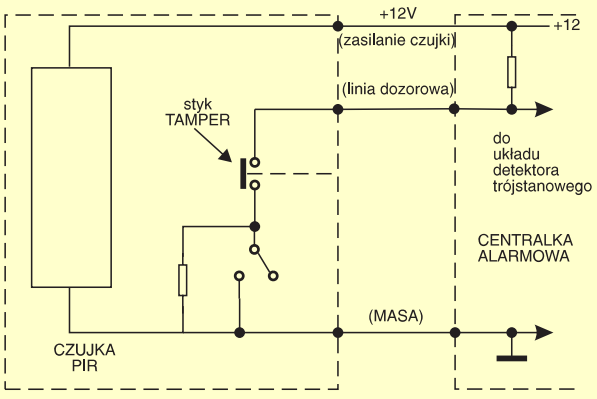
Spotyka się też tak zwane czujki dualne, zawierające w jednej obudowie zarówno detektor mikrofalowy, jak i odbiornik podczerwieni pasywnej. Są one wprawdzie nadal dość drogie, ale mają opinię najbardziej odpornych na fałszywe alarmy.

Oprócz czujek mikrofalowych, efekt Dopplera wykorzystują też czujki ultradźwiękowe, zawierające ceramiczny nadajnik i odbiornik ultradźwięków (o częstotliwości ok. 40kHz). Czujki te są często stosowane do ochrony wnętrza samochodu, a ich zaletą jest przystępna cena.

Oprócz wymienionych sposobów stosuje się szereg innych metod wykrywania, spośród których należy jeszcze wymienić użycie kamer (w tym kamer pracujących w zakresie podczerwieni). W zasadzie kamery służą do ciągłego monitorowania



Rys. 6. Charakterystyki różnych soczewek do czujek PIR.



Rys. 7. Współpraca czujki PIR z linią dozorową trójstanową.

obiektu, ale istnieją stosunkowo proste urządzenia wykrywające jakiekolwiek zmiany w treści obrazu - zmiany takie są sygnalizowane jako alarm.

Centrala alarmowa

Sercem każdego systemu jest centrala alarmowa. Obecnie prawie wszystkie centralki dostępne na rynku zawierają mikroprocesor. Mikroprocesorowa centralka ma zwykle wiele możliwości, z których tylko część jest wykorzystywana w danym zastosowaniu. Po zainstalowaniu centralka jest konfigurowana stosownie do potrzeb: należy zaprogramować sposób pracy linii wejściowych (dozorowych), warunki i sposób sygnalizacji alarmu itp. Większość takich centralek może być programowana za pomocą wbudowanej klawiatury.

Droższe, programowane centralki alarmowe nawet w stanie spoczynku, czyli w stanie wyłączenia nie są całkowicie odłączone: wydzielone obwody nieprzerwanie sprawdzają stan pewnych linii. Są to tak zwane obwody lub linie antysabotażowe.

Przykładowo każdy czujnik podczerwieni pasywnej oprócz przekaźnika wykonawczego ma dodatkowy mikrowyłącznik - styk antysabotażowy, który zostaje rozwarty po zdjęciu przedniej części obudowy. Styk ten, oznaczony jako TAMPER może być podłączony do oddzielnej linii, ale jeśli centralka potrafi rozróżnić trzy poziomy napięcia w linii, wystarczy zastosować dodatkowy rezystor R i układ połączeń z **rysunku 7**. W spoczynku, gdy wszystko jest w porządku, centralka "widzi" rezystancję R. Przecięcie linii oraz otwarcie obudowy czujki zostanie zasygnalizowane jako sabotaż. Zwarcie linii, obojętnie, czy w wyniku uszkodzenia, sabotażu, czy zadziałania przekaźnika czujki, wywoła alarm. Oczywiście aby zabezpieczenie antysabotażowe było skuteczne, centralka nawet w stanie wyłączenia musi monitorować nieprzerwanie stan linii. Stan wyłączenia nie oznacza wtedy odłączenia zasilania, centralka cały czas czuwa. Jeśli zasilanie czujki jest odłączone, to zwarcie lub rozwarcie linii jest sygnalizowane jako sabotaż.

Gdyby nie było wspomnianych obwodów antysabotażowych, wtedy włamywacz mógłby unieszkodliwić czujnik w dzień, na przykład wkładając do wnętrza detektora PIR kawałek tekturki zasłaniającej element światłoczuły. Czuwający stale układ antysabotażowy natychmiast powiadomi właściciela o podobnych próbach. Proste centralki nie mają takich możliwości, ale zawsze istnieje możliwość kontroli czujki podczerwieni, która między innymi dlatego ma wbudowaną diodę świecącą sygnalizującą wykrycie intruza. Można więc wizualnie sprawdzić działanie czujek, podchodząc do nich i obserwując ich diody świecące.

Na **rysunku 8** pokazano współczesną centralkę alarmową.

Pamięć alarmu

Niektóre centralki, zwłaszcza te zawierające mikroprocesory, mają tak zwaną pamięć alarmu. Dioda LED informuje właściciela, że w czasie jego nieobecności wystąpiły alarmy, a na wbudowanym wyświetlaczu (lub na dołączonym komputerze) może odczytać datę i godzinę ich wystąpienia.

Duże systemy alarmowe

W dużych systemach alarmowych stosuje się wiele lini dozorowych, kilka wyjść wykonawczych, a co najważniejsze obiekt podzielony jest na strefy.

Poszczególni użytkownicy, począwszy od dyrektora, a skończywszy na sprzątaczce, mogą mieć wtedy różne uprawnienia. Przykładowo dany pracownik będzie mógł włączyć i wyłączyć alarm tylko w swojej strefie: w pracowni i na drodze do niej. Centralka musi mieć wtedy możliwość konfiguracji, stosownie do potrzeb. Nie jest to zadanie łatwe i takie skomplikowane mikroprocesorowe centrale są instalowane i nadzorowane przez wykwalifikowanych instalatorów-programistów.

W większych systemach do uruchomienia syren potrzebne jest naruszenie w krótkim odstępie czasu dwóch lub więcej czujników w danej strefie. Oczywiście wymaga to zainstalowania większej ilości czujników, ale co znacznie ważniejsze - redukuje ryzyko wystąpienia fałszywych alarmów.

Alarm główny

Każda centralka zawiera układ czasowy, który uruchamia syrenę na określony czas (rzędu minuty lub więcej), nawet gdy

Rys. 8. Współczesna centralka alarmowa.

naruszenie pętli dozorowej trwało mniej niż sekundę.

Trwałe naruszenie pętli może powodować ciągły alarm.

Można też zbudować układ, który przy ciągłym naruszeniu pętli włączy syreny tylko na określony czas. Rozwiązanie takie raczej nie jest stosowane w małych, prostych centralkach, gdzie kilka czujników dołączonych jest do wspólnej linii dozorowej. Bywa natomiast stosowane w większych systemach alarmowych, gdy każdy czujnik współpracuje z oddzielną linią dozorową w centrali. Wtedy przypadkowa awaria jednego czujnika nie włączy syren na stałe i system alarmowy pomimo uszkodzenia jednej czujki będzie nadal pracował w miarę poprawnie.

Wyłączanie alarmu - linia zwłoczna

Każdy alarm jest włączany w stan czuwania i wyłączany do stanu spoczynku za pomocą jakiegoś klucza. Kluczem takim może być zwykły wyłącznik umieszczony w dobrze ukrytym miejscu, znanym tylko osobom wtajemniczonym; może to być także rodzaj stacyjki z kluczykiem. Kluczem może być urządzenie elektroniczne z klawiaturą lub układ nadajnika i odbiornika radiowego czy podczerwieni (tzw. pilot).

Zazwyczaj stosuje się jeden z dwóch sposobów wyłączania alarmu: klucz wyłączający alarm może być umieszczony na zewnątrz chronionego obiektu i wtedy alarm musi być wyłączony przed wejściem do chronionych pomieszczeń; drugim sposobem jest umieszczenie klucza wyłączającego alarm wewnątrz chronionego obiektu. Wtedy czujniki chroniące pomieszczenie, gdzie umieszczony jest klucz, są podłączone do oddzielnej, zwłocznej linii dozorowej. Naruszenie tego jednego pomieszczenia nie wywołuje alarmu natychmiast, tylko ze zwłoką kilku, kilkunastu sekund. W tym czasie uprawniony użytkownik zdąży wyłączyć alarm. Część centralek ma tak zwane wyjście prealarmu, do którego dołącza się brzęczyk lub niewielki sygnalizator, dźwiękiem przypominający o konieczności wyłączenia alarmu po wejściu do tak chronionego pomieszczenia. W takim przypadku centralka jest zwykle wyposażona w układ opóźniający włączenie stanu czuwania, potrzebny do opuszczenia pomieszczenia i zamknięcie drzwi.

Takie właśnie rozwiązanie (klucz wewnątrz chronionego obiektu) jest częściej stosowane, ponieważ daje ewentualnemu włamywaczowi bardzo niewiele czasu na próbę wyłączenia alarmu, a także zmniejsza ryzyko sabotażu i uszkodzenia klucza. Centralka alarmowa, opisana w tym numerze EdW, wyposażona jest w potrzebną zwłoczną linię dozorową, wyjście prealarmu i obwody opóźnionego włączania.

Obwody wykonawcze

Każda centrala alarmowa ma przynajmniej jeden obwód wykonawczy. Zazwyczaj stosuje się tu przekaźniki, które między innymi zapewniają izolację galwaniczną między centralą, a dołączonym urządzeniem sygnalizacyjnym.

Zazwyczaj centrala współpracuje z syreną alarmową, zapewniającą odpowiednio głośny alarm. Ale, jak pokazuje doświadczenie życiowe, nie zawsze głośna syrena jest najlepszym rozwiązaniem: w wielu wypadkach obok, albo zamiast włączenia syreny stosuje się powiadamianie o alarmie: sąsiadów, Policji czy firmy ochroniarskiej.

Może do tego celu służyć oddzielna linia sygnalizacyjna.

Niektóre systemy alarmowe wyposażone są w tzw. dialer, czyli telefoniczny układ wybierczy, zapewniający automatyczne powiadamianie o alarmie określonego abonenta telefonicznego (o ile oczywiście włamywacze nie odcięli linii telefonicznej).

Inne systemy mogą być nadzorowane przez telefon: firma ochroniarska dzwoni w określonych odstępach czasu do chronionego obiektu, i odpowiedni automat współpracujący z centralką alarmową informuje o stanie obiektu i instalacji.

Jeszcze ciekawszą metodą nadzoru jest przesyłanie przez linię telefoniczną obrazów z kamer zainstalowanych w różnych punktach chronionego obiektu. Omówienie tego interesującego zagadnienia wykracza jednak poza ramy dzisiejszego artykułu.

Wnioski końcowe

Piętą achillesową wszelkich systemów alarmowych (a w szczególności zmorą sąsiadów chronionych obiektów) są fałszywe alarmy. W systemach stałych mogą one być wywołane obecnością zwierząt, zwłaszcza myszy i szczurów.

W samochodach alarmy są często wywoływane przez dzieci.

Fałszywych alarmów nie należy lekceważyć, często bowiem jest to element taktyki amatorów cudzego mienia, którzy wywołując je, chcą przekonać właściciela, że jego system jest uszkodzony i że należy go wyłączyć.

Z podanego właśnie względu i dla własnego spokoju warto też w momencie instalowania systemu alarmowego wybrać urządzenia dobrej firmy: sprawdzone i niezawodne. Nawet gdy ich koszt będzie znaczny, zazwyczaj w sumie taka inwestycja jest korzystniejsza niż zainstalowanie urządzeń tańszych, niekiedy własnej, domowej produkcji.

Nie znaczy to, że wykonanie we własnym zakresie zabezpieczenia nie jest możliwe czy celowe. Na pewno przed podjęciem decyzji o zainstalowaniu systemu alarmowego należy ocenić stopień ryzyka i zastanowić się jaką sumę warto przeznaczyć na instalację alarmową. Do ochony piwnicy w bloku, gdzie przechowywany jest wymarzony "góral" nikt nie zastosuje systemu kosztującego kilkadziesiąt "baniek" - tu trzeba samemu ruszyć głową i zainwestować co najwyżej kilkadziesiąt złotych w jakiś prosty system sygnalizacyjny czy alarmowy.

Gdy w grę wchodzi ochrona obiektów o znacznie większej wartości, trzeba także wziąć pod uwagę dwa przeciwstawne punkty widzenia. Instalator-amator może nie wiedzieć o pewnych podstawowych zasadach instalowania alarmów i popełni kardynalne błędy, które mogą zemścić się na nim boleśnie przy pierwszej próbie włamania. Z drugiej strony zawodowi instalatorzy stosują pewne tradycyjne i powszechnie znane (także złodziejom i włamywaczom) metody. Takie "klasyczne" zabezpieczenie może nie stanowić większej przeszkody dla fachowca-włamywacza - szczególnie dotyczy to alarmów samochodowych.

Jedną drogą jest więc stosowanie coraz nowocześniejszych (i zwykle drogich) urządzeń profesjonalnych; drugą nęcącą alternatywą jest zastosowanie może prostszych, ale za to niespotykanych i oryginalnych sposobów zabezpieczenia, które zniechęcą złodzieja, czy włamywacza przyzwyczajonego do "klasycznych" rozwiązań. Ale bez względu na decyzję dotyczącą wyboru alarmu do własnego domu czy samochodu, każdy elektronik powinien się osobiście dotknąć do tematu urządzeń alarmowych, bowiem jest to jeden z bardziej aktualnych dziś problemów naszego życia.

Szerszy opis wszelkiego rodzaju urządzeń alarmowych znajdziecie w Elektronice Praktycznej (dział "Notatnik Praktyka"). Pierwszy artykuł z tego cyklu ukazał się w EP 6/96, temat będzie kontynuowany w następnych numerach.

Jeśli więc macie, drodzy Czytelnicy, jakieś interesujące pomysły, doświadczenia lub przemyślenia, jeśli chcecie coś zrobić, a nie wiecie jak, jeśli chcecie się czegoś więcej dowiedzieć - piszcie do Redakcji - będziemy kontynuować ten interesujący temat. Jeżeli napiszecie do nas na ten temat, obiecujemy udostępnić łamy EdW dla ciekawszych listów.

Piotr Górecki

Kontynujemy artykuł o podstawach budowy i działania miroprocesorów. W tym odcinku zajmujemy się pamięciami.

Pamięć

Pamięć jest nieodzownym elementem każdego systemu mikroprocesorowego, chociaż fizycznie nie musi ona znajdować się wewnątrz kostki mikroprocesora.

W systemie mikroprocesorowym pamięć służy do przechowywania rozkazów (kodu programu), ale też potrzebna jest jakaś pamięć do przechowywania wyników obliczeń pośrednich, czy innych danych liczbowych. Dlatego mówimy o dwóch pamięciach: *pamięci programu* i *pamięci danych*.

W "prawdziwych" komputerach i niektórych większych sterownikach przemysłowych, w pamięci stałej zapamiętany jest tylko program podstawowy, zwany czasem monitorem (w PC-tach zwany BIOS-em). Zapisano w nim procedury inicjujące działanie całego systemu mikroprocesorowego, podprogramy współpracy z urządzeniami zewnętrznymi. Natomiast wykonywany program użytkowy jest ładowany z dysku do pamięci zapisywalnej (RAM) i potem kolejne rozkazy pobierane są z tej pamięci.

W prostych sterownikach cały program zapisany jest do pamięci stałej. W takich sterownikach całkowicie wystarcza pamięć zapisywalna (pamięć RAM) o pojemności dosłownie kilkudziesięciu bajtów.

Przy omiawianiu sprawy pamięci spotyka się tajemnicze terminy, jak: ROM, EPROM, EEPROM czy RAM. Posiadacze jakiegokolwiek komputera orientują się, co może oznaczać RAM. Znajomy czy kolega, który też ma do czynienia z komputerami, zawsze zapyta, ile nasz komputer ma tego "megaRAMu". I tu pada jakaś liczba, i wprost proporcjanalnie do wartości RAMu rośnie szacunek dla posiadacza takiego komputera. Rzadko kto pyta, ile "siedzi" ROMu, EPROMu czy EEPROMu.

Te tajemnicze słowa to skróty angielskojęzycznych zwrotów, które oznaczają pamięci o określonych cechach.

Pamięć ROM

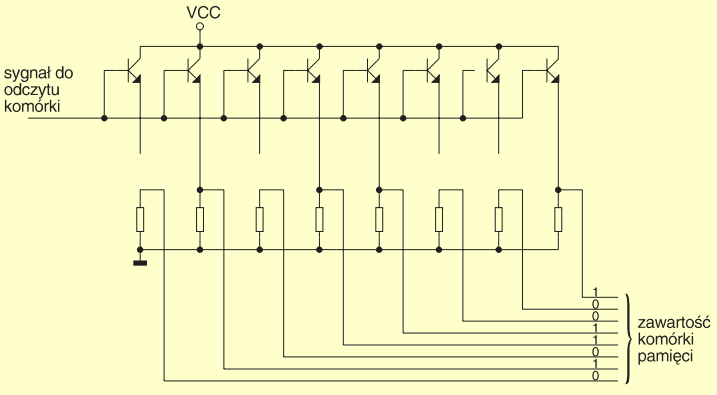
Pamięć ROM to *Read Only Memory*, czyli jest to pamięć tylko do odczytu. No dobrze, ktoś zapyta, po co mi taka pamięć, jeśli nie można w niej nic zapisać, bo tylko się z niej odczytuje. Zapisać można do niej, jak najbardziej. Zawartość pamięci ROM nie może być jednak modyfikowana w samym systemie mikroprocesorowym, czyli w niej nie przechowamy przetwarzanych danych. Możemy za to przechowywać nasz program. Pamięć typu ROM jest pamięcią programowaną maską. Programowanie maską polega na takim wytrawieniu połączeń wewnętrznej struktury pamięci, żeby komórki pamięci miały trwałe i określone wartości zer i jedynek. Robi się to na etapie produkcji pamięci, zanim płyteczka krzemu zostanie zamknięta w obudowie i połączona z zewnętrznymi kontaktami.

Po co jednak trzymać program i tylko program w pamięci, która jest taka niewygodna, nie może być modyfikowana, mało tego, może być programowana tylko u producenta pamięci? Czy nie staje się ona przeszkodą w czasie uruchamiania systemu mikroprocesorowego?

Cały proces programowania za pomocą maski przypomina po trosze wykonanie płytki drukowanej, ale w mikroskopijnym wymiarze. Jak na płytce laminatu jednolicie pokrytego miedzianą folią wytrawiamy połączenia, tak i tutaj na płytce krzemu pokrytej mikroskopijnie cienką warstwą aluminium, wytrawiamy w tej warstwie układ cieniutkich ścieżek.

Najważniejszą z zalet wszystkich pamięci ROM jest nieulotność zapisanych danych po wyłączeniu zasilania. Takiej właściwości nie mają pamięci RAM. Możemy być więc spokojni o nasz program, nie stracimy go bezpowrotnie. Pewność przechowywanych informacji w pamięci ROM dała tym pamięciom inną nazwę - *pamięci stałe*. Możemy bowiem przechowywać w nich pewne ustalone dane na równi z samym programem.

Zbudujmy model pojedynczej komórki pamięci ROM. Pokazano to na rysunku 7. Komórka taka może pamiętać osiem bitów, czyli cały bajt. Sygnał do odczytu ko-



Rys. 7. Model komórki pamięci ROM.

Jeśli rezystor jest połączony z emiterem tranzystora, to mówimy, że rezystor jest rezystorem emiterowym tranzystora albo rezystor znajduje się w obwodzie emitera tranzystora. Podobnie możemy powiedzieć o rezystorze znajdującym się w obwodzie kolektora czy bazy.

Grupę tranzystorów z rys. 7, które mają wspólne kolektory i wspólne bazy, wykonuje się jako jeden tranzystor o jednym kolektorze i jednej bazie, za to o tylu emiterach, ilu potrzeba. Taki jeden tranzystor nazywamy tranzystorem wieloemiterowym. Symbol tranzystora czteroemiterowego jest w tej ramce. Niech już więcej nikogo nie zdziwi symbol takiego tranzystora, kiedy będzie przeglądał schematy wewnętrznych struktur układów scalonych.

mórki, który przyjdzie na bazy tranzystorów jest sygnałem wysokim. Powoduje on wprowadzenie tranzystorów w stan przewodzenia. W procesie produkcji część tranzystorów (tych, które mają mieć zaprogramowane zera), nie ma wykonanych połączeń emiterów z rezystorami, co skutkuje niskim stanem wyjściowym, czyli zerem logicznym. Istniejące połączenie z rezystorem da stan wysoki, czyli na rezystorze połączonym z emiterem będzie potencjał bliski napięciu zasilania.

Do pamięci ROM, która jest programowana u producenta, zapisuje się program sprawdzony, przetestowany, którego już nie zamierzamy poprawiać ani ulepszać. Programowanie maską jest najtańszym sposobem programowania pamięci, pod warunkiem, że zamówimy olbrzymią ich ilość, rzędu dziesiątek i setek tysięcy sztuk. Na to mogą sobie pozwolić tylko wielkie montownie komputerów. Dla nas ten rodzaj pamięci jest więc mało przydatny. Należało go jednak wymienić, ponieważ pamięć ROM programowana u producenta funkcjonuje do dziś i stała się podstawą do kolejnych technologicznych modyfikacji sposobu zapisu do niej, bardziej przyjaznego dla konstruktora małego systemu mikroprocesorowego.

Pamięć PROM

Idea prostszego zapisu do pamięci ROM szybko doczekała się realizacji w postaci pamięci PROM (*Programmable ROM)*, programowalnych pamięci ROM. Pamięci typu PROM cechuje zdolność do zaprogramowania w programatorze, który może stać u użytkownika na stole. Pamięć nie zaprogramowana jest pamięcią, której komórki wypełniono tylko zerami albo tylko jedynkami. Programowanie polega więc na fizycznej zmianie zawartości komórki pamięci stanu na przeciwny, oczywiście tylko w tych miejscach, gdzie to jest konieczne. Jeśli stan niezaprogramowania jest stanem właściwym, to taka komórka jest uznawana za prawidłowo zaprogramowaną.

Popatrzmy z powrotem na rysunek 7. Gdyby udało nam się umieścić coś w rodzaju bezpiecznika pomiędzy każdym tranzystorem a rezystorem emiterowym, to przepalając ten bezpiecznik moglibyśmy zmienić w sposób trwały stan każdego bitu. Jeśli zrobimy to wybiórczo, to zachowamy się tak samo jak projektant maski dla pamięci ROM: wykonamy, a właściwie pozostawimy te połączenia, które należy pozostawić.

Samo programowanie komórki polega więc na trwałym uszkodzeniu każdego bitu pamięci w taki sposób, aby stan tej komórki zmienił się na przeciwny. Można to wykonać poprzez przepalenie tego "bezpiecznika" (**rys. 8**). Przeważnie jest to zwężony odcinek ścieżki połączeniowej, wykonany z materiału o dużej rezystancji własnej, np. ze stopu niklu i chromu. Na cały układ podaje się przez chwilę podwyższone napięcie, wymuszając tym samym zwiększony pobór prądu i lokalne rozgrzanie wąskiej ścieżki oporowej. Ścieżka ta przepala się w taki sam sposób, jak bezpiecznik topikowy przeciążonej instalacji elektrycznej. Układ scalony jest specjalnie przygotowany na to i jemu jako całości to nie szkodzi.

Wprawdzie do pamięci stałych możemy zaliczyć również inne rodzaje pamięci, np. pamięci ferrytowe, ale tylko elektronicy zaawansowani wiekiem mogą kojarzyć ten termin, więc go pominiemy. Ale pamięcią stałą jest też znana wszystkim mikrokomputerowcom pamięć magnetyczna, do której zalicza się wspomniana pamięć ferrytowa. Oni jednak tak jej nie nazywają. Znają ją pod postacią dyskietek i dysków twardych czy kaset do streamerów.

Wadą pamięci PROM jest ich jednorazowość. Układ raz zaprogramowany nie może być przeprogramowany. Nie pozwalają na to przepalone w sposób nieodwracalny oporowe ścieżki komórek pamięci.

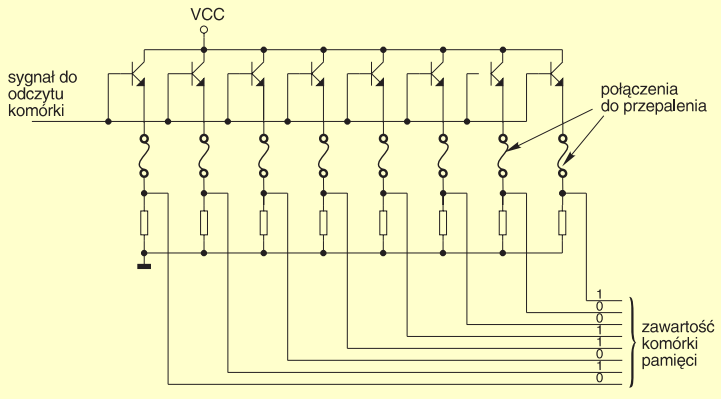
Pamięci PROM są to przeważnie pamięci wykonane z tranzystorów bipolarnych, czyli są to pamięci bipolarne. Pamięci te nie mogą mieć wielkich pojemności ze względu na znaczną moc pobieraną przez komórkę pamięci oraz jej dość duże rozmiary.

Pamięć EPROM

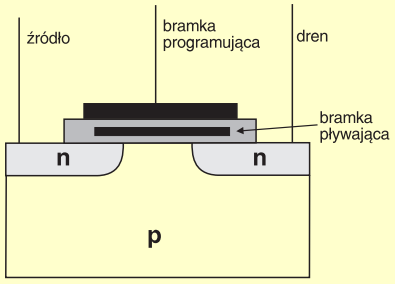
Kolejną odmianą pamięci PROM jest wersja wykonana w technologii polowej MOS. Tranzystor polowy jest mniej energożerny od tranzystora bipolarnego i do tego może być mniejszy. W tej technologii zapis informacji nie polega na przepalaniu połączeń, lecz opiera się na zjawisku tunelowego przenikania i gromadzenia. Tranzystor polowy posiada dwie bramki, z tego jedna nazywana jest bramką programującą, bo na nią podaje się napięcie programujące, zaś druga - bramką pływającą, bo została "zatopiona" w środku izolatora. W bramce pływającej może być gromadzony ładunek, "wtłoczony" przez bramkę programującą, włączający tranzystor, gdy na na bramkę programującą podano sygnał odczytu. Bez tego ładunku tranzystor nie może przewodzić, ponieważ napięcie na bramce programującej w czasie odczytu jest za niskie. Pokazuje to **rysunek 9**.

Zaletą tej komórki pamięci jest zdolność do zaprogramowania bez fizycznego uszkodzenia układu. Usunięcie ładunku z bramki pływającej jest możliwe poprzez dostarczenie energii w postaci promieniowania ultrafioloetowego.

Opisana wyżej komórka pamięci stała się podstawowym elementem budowy pamięci EPROM (*Erasable PROM*). Pamięci EPROM są programowane w programatorach, z reguły uniwersalnych, bo przystosowanych do wielu typów pamięci i ich wielkości. Kasowanie pamięci odbywa się za pomocą lamp jarzeniowych, które



Rys. 8. Model komórki pamięci PROM.



Rys. 9. Tranzystor polowy.

wydzielają silne promieniowanie ultrafioletowe. Kostka pamięci EPROM jest zaopatrzona w okienko wykonane ze szkła kwarcowego, przez które promienie ultrafioletowe przenikają do struktury.

Dość popularną odmianą pamięci EPROM jest wersja OTP (*One-Time Programmable*). Jest to pamięć EPROM umieszczona w obudowie bez okienka, czyli nie może ona być przeprogramowana i służy do jednokrotnego zapisu. Projektant może do takiej kostki zapisać końcową wersję oprogramowania. Zaletą tej odmiany pamięci EPROM jest niska cena w porównaniu z obudową z okienkiem.

Wadą pamięci EPROM jest konieczność kasowania całej zawartości pamięci, nawet jeśli ma być zmieniony tylko jeden bit. Dodatkowo obudowa z okienkiem kwarcowym jest technologicznie trudna do wykonania i droga.

Pamięć EEPROM

Producenci pamięci wpadli więc na pomysł, aby zmodyfikować tak komórkę pamięci EPROM, aby każda komórka mogła być kasowana elektrycznie niezależnie od innych, sąsiednich komórek. Przebudowali oni komórkę pamięci EPROM w taki sposób, że ładunek gromadzony w bramce pływającej można wprowadzać i usuwać poprzez dren wykorzystując zjawisko tunelowe.

Tak otrzymana komórka pamięci jest podstawą do budowy pamięci EEPROM (*Electrically EPROM*). Programowanie komórki pamięci EEPROM polega na skasowaniu wybranego bajtu, a potem selektywnej modyfikacji wybranych bitów komórki.

Komórki pamięci z czasem starzeją się i tracą własności utrzymywania ładunku w bramce pływającej. Proces przeprogramowywania to przyspiesza. Dlatego warto wiedzieć, jaką liczbę programowań zapewnia producent pamięci. Wartość 10^5 jest wynikiem przyzwoitym.

Wadą typowych pamięci EEPROM jest czas kasowania komórki, który dochodzi do 20ms. Jesli przemnożymy ten czas przez liczbę komórek (np. 65536) to otrzymujemy czas przeprogramowania całej pamięci porównywalny z czasem kasowania pamięci EPROM. Z tego powodu pamięci EEPROM znalazły zastosowanie jako pamięci pamiętające dane ważne, których nie chcemy stracić po wyłączeniu zasilania. Takie pamięci mają małe pojemności w porównaniu z pamięciami EPROM, które pamiętają kod programu.

Pamięci Flash EEPROM

Długi czas kasowania całej pamięci EEPROM zmusił producentów do opracowania odmiany pamięci EEPROM zwanej *Flash EEPROM*. W pamięci Flash EEPROM proces kasowania zachodzi całymi blokami komórek, do tego bez wyjmowania kostki z urządzenia, w czasie kilku sekund.

Pamięci Flash osiagają znaczne pojemności i ich podstawowym zastosowaniem jest pamiętanie dużych bloków danych, w tym zastępowanie w niektórych wykonaniach pamięci masowych (np. dyskietek).

System mikroprocesorowy

Nawet najprostszy system mikroprocesorowy musi składać się więc z mikroprocesora, pamięci programu i pamięci danych, ale istnieją mikroprocesory zawierające pamięć programu i pamięć danych w jednej kostce - nazywamy je mikrokomputerami jednoukładowymi. Wtedy cały system składa się naprawdę z jednej kostki.

Mikrokomputery jednoukładowe są powszechnie wykorzystywane do budowy najróżniejszych sterowników o zastosowaniach niekomputerowych. Nas, amatorów, ta klasa mikroprocesorów interesuje najbardziej.

Do odczytania informacji z pamięci potrzebne są szyna adresowa i szyna danych oraz ewentualnie linie współpracy z pamięcią. W mikroprocesorze jednoukładowym szyny te mogłyby być całkowicie ukryte w jego wnętrzu, jednak szyna danych, a często także szyna adresowa wyprowadzone są na zewnątrz, co umożliwia dołączenie zewnętrznej pamięci i różnych układów współpracujących.

Popularne procesory jednoukładowe zawierają "na pokładzie" pamięć programu ROM lub EPROM o pojemności 1...8 kilobajtów i pamięć danych RAM o pojemności kilkudziesięciu, do kilkuset bajtów.

Pamiętajmy, że jeśli np. szyna adresowa mikroprocesora jest 16-bitowa, to może on zaadresować 2^{16} = 65536 komórek pamięci. Taka jest więc wielkość *obszaru adresowego* dla tego mikroprocesora, czyli potrafi on bezpośrednio obsłużyć pamięć o tej wielkości. A w sześćdziesięciu czterech kilobajtach pamięci można zmieścić program o naprawdę dużych możliwościach.

Mirosław Lach

Jeszcze nie tak dawno, kiedy mikroprocesory posiadały słowo co najwyżej 8-bitowe, obok nich spokojnie egzystowały układy mikroprogramowane jako osobne układy scalone. Układ mikroprogramowany wymaga zewnętrznej pamięci ROM, w której były zapisane mikroinstrukcje, tworzące mikroprogram. Taka mikroinstrukcja zawierała kod bardzo prostej czynności, z reguły były to sygnały zezwolenia na te czynności, ewentualny adres następnego rozkazu, czasem kilka bitów reprezentujących stany warunkowe. Z chwilą, gdy mikroprocesory robiły się coraz tańsze i gwałtownie zaczęły rosnąć ich możliwości, zaniechano produkcji pojedynczych układów mikroprogramowanych. Układy mikroprogramowane nadal są, stały się fragmentem ... mikroprocesorów. Właściwie bez nich nie można byłoby dekodować instrukcji przychodzących do mikroprocesora. Pamięć mikroprogramu też została scalona w strukturze mikroprocesora i teraz cały układ mikroprogramowany nazwiemy dekoderem rozkazów.

Bity i bajty

Jednostką miary w informatyce jest bit. Oznacza on możliwość zapamiętania dwóch różnych, wykluczających się wzajemnie informacji. Większą jednostką miary jest bajt, który jest równy ośmiu bitom, na których można zapamiętać 2^8=256 informacji. Oznaczamy go jako B. Jeszcze większymi jednostkami są kilobajt, megabajt, gigabajt i terabajt, oznaczane odpowiednio jako KB, MB, GB, TB.

1KB = 2^{10}B = 1 024 bajty = 8192 bity,

1MB = 2^{10}KB = 2^{20}B = 1 048 576 bajtów = 8 388 608 bitów,

1GB = 2^{10}MB = 2^{20}KB = 2^{30}B= 1 073 741 824 bajty = 8 589 934 592 bity,

1TB = 2^{10}GB = 2^{20}MB = 2^{30}KB = 2^{40}B = 1.0995 x 10^{12} bajtów = 8.796 x 10^{12} bitów.

Przez analogię tworzymy jednostki pokrewne, takie jak kilobit, megabit, gigabit czy terabit. Jednostki terabajtu i gigabajtu mają dla nas wymiar astronomiczny. Trzeba jednak wiedzieć, że parametry współczesnych mikroprocesorów najnowszej generacji muszą być opisywane takimi właśnie jednostkami. Np. przestrzeń adreso-

Jeżeli nie jesteś, i nie chcesz być konstruktorem, tej części materiału też nie musisz czytać. Jeśli cię to jednak interesuje, otrzymasz teraz szereg kolejnych wskazówek praktycznych. Są to rady co stosować, a czego unikać w poszczególnych rodzajach budowanych układów.

Kondensatory stałe

część 5

Główne obszary zastosowań

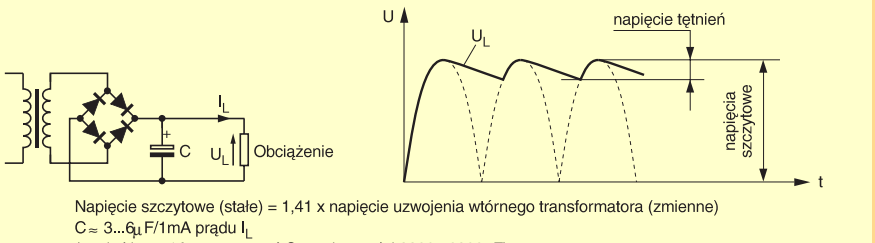
Zasilacze sieciowe (klasyczne)

Do filtrowania napięcia całkowicie wystarczają zwykłe kondensatory elektrolityczne aluminiowe. W zasilaczach niekiedy stosuje się dodatkowo niewielkie kondensatory ceramiczne umieszczone przed mostkiem prostowniczym, mające za zadanie ograniczenie ewentualnych zakłóceń impulsowych przedostających się z sieci energetycznej przez transformator. Na **rysunku 13** znajdziesz schematy, przebiegi napięcia i wskazówki dotyczące doboru pojemności w zależności od pobieranego prądu. Oczywiście wymaganą pojemność można uzyskać łącząc równolegle kilka mniejszych kondensatorów.

Natomiast na **rysunku 14a** pokazałem ci sposób łączenia szeregowego kondensatorów elektrolitycznych w przypadku, gdy trzeba uzyskać kondensator o większym napięciu pracy. Koniecznie należy zastosować rezystory bocznikujące ze względu na możliwość wystąpienia znacznego prądu upływu w kondensatorach, które przez jakiś czas pozostają bez napięcia. Jeśli to możliwe, lepiej jest zastosować układ z **rysunku 14b**.

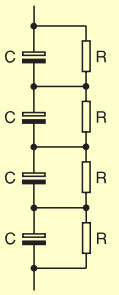
Zasilacze impulsowe

Zasilacze takie pracują przy częstotliwościach rzędu 15...100kHz. Trzeba koniecznie pamiętać, że w tym zakresie pojemności zwykłe kondensatory elektrolityczne mają pojemność znacznie, nawet kilkakrotnie, mniejszą od pojemności nominalnej; na dodatek, co jeszcze gorsze, przy takich częstotliwościach występują w nich duże straty mocy na rezystancji szeregowej (tgd > 1). Do filtrów takich zasilaczy produkuje się specjalne kondensatory elektrolityczne o podwyższonej niezawodności, małych stratach (low ESR) i wysokiej dopuszczalnej temperaturze pracy. Dużo, może nawet większość, zagranicznych kondensatorów o większej pojemności ma parametry pozwalające na zastosowanie ich w zasilaczach impulsowych. Zwykle można je poznać po zaznaczonej na obudowie dopuszczalnej górnej temperaturze pracy równej +105˚C (zwykłe elektrolity: +70...+85˚C). Nie każdy hobbysta ma jednak dostęp do takich kondensatorów; są one też dość drogie. Warto więc wiedzieć, że w zasilaczach i przetwornicach pracujących z częstotliwościami 15...25kHz można też stosować zwykłe, krajowe "elektrolity". Przecież ze względu na znaczną częstotliwość pracy, wymagane pojemności filtru są kilkadziesiąt razy mniejsze niż w zasilaczach sieciowych 50Hz (100Hz). Zaleca się tu jednak stosowanie kondensatorów na napięcie pracy znacznie wyższe niż rzeczywiste napięcie pracy, ponieważ kondensatory takie przy swych większych gabarytach mają mniejszą wartość rezystancji ESR. Ko-

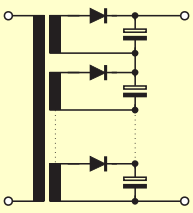


Napięcie szczytowe (stałe) = 1,41 x napięcie uzwojenia wtórnego transformatora (zmienne)
C≈ 3...6µF/1mA prądu I_L
(np. jeśli I_L = 1A, to stosować C o pojemności 3300...6800µF)

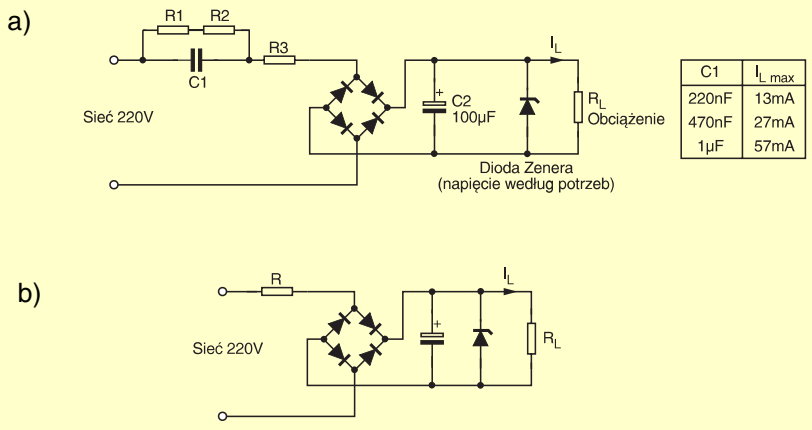
Rys. 13. Dobieranie pojemności filtru sieciowego zasilacza.



Rys. 14a. Łączenie szeregowe jednakowych kondensatorów elektrolitycznych.



Rys. 14b. Zasilacz wykorzystujący transformator wielouzwojeniowy.



C1	$I_{L\ max}$
220nF	13mA
470nF	27mA
1µF	57mA

Rys 15. Zasilacz beztransformatorowy.

rzystnie jest też zastosowanie kilku kondensatorów o mniejszej pojemności, zamiast jednego o pojemności większej.

Zasilacze beztransformatorowe

W prostych zasilaczach beztransformatorowych (**rysunek 15a**) elementem ograniczającym prąd jest zwykle kondensator - C1. Jak już wiesz, powinien to być kondensator polipropylenowy KMP (MKP) na napięcie 400V lub poliestrowy MKSE (MKT) na napięcie 630V. Rezystory R1 i R2 o wartości rzędu megaoma są niezbędne do rozładowania kondensatora po odłączeniu od sieci - bez nich przypadkowe dotknięcie zacisków wejściowych mogłoby spowodować przykry udar prądowy. Celowo narysowałem ci tu dwa szeregowo połączone rezystory, bowiem miniaturowe rezystorki mają napięcie pracy rzędu 150...250V, tymczasem na kondensatorze występuje napięcie zmienne o wartości szczytowaj prawie 300V. Z kolei rezystor R3 jest niezbędny ze względu na ograniczenie do bezpiecznej dla diod wartości prądu w momencie dołączania do sieci. Bez niego, w przypadku dołączenia do sieci w momencie szczytu napięcia (ponad 300V), przez kondensator i diody popłynąłby przez moment prąd rzędu kilkuset (!) amperów, który uszkodziłby diody prostownicze. Ze względu na możliwość wystąpienia znacznych impulsów prądowych, w zasilaczu powinny być stosowane diody prostownicze o prądzie nominalnym przynajmniej 1A, np. typu 1N4001...4007.

Niektórzy nowicjusze do ograniczania prądu stosują wyłącznie rezystory (**rys. 15b**) i efektem jest znaczna moc strat, rzędu kilku, kilkunastu watów, wydzielająca się w tych rezystorach.

Przy zastosowaniu prostowania dwupołówkowego w układzie z rysunku 15a, zależnie od pojemności C1 otrzymuje się prąd użyteczny zgodnie z zamieszczoną tabelką.

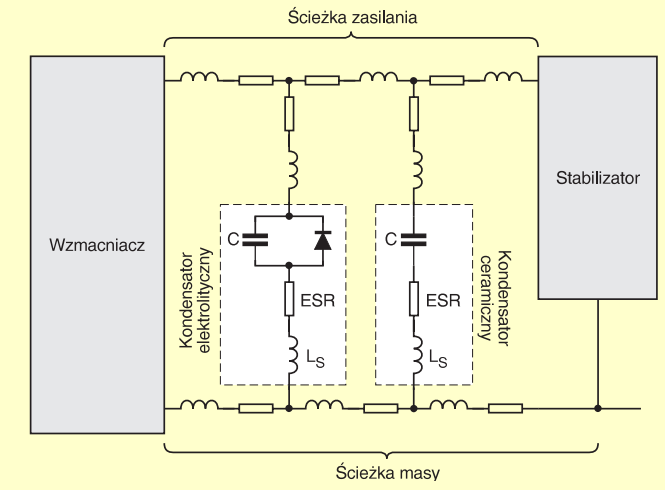
Oczywiście taki zasilacz nie zapewnia bezpieczeństwa użytkowania zasilanego układu, i **w skrajnym przypadku dotknięcie go grozi śmiertelnym porażeniem**. Dlatego nie stosuj tego sposobu zasilania, jeśli to nie jest konieczne. Standardowo używaj zwykłych zasilaczy transformatorowych, i to firmowych, mających certyfikat bezpieczeństwa.

Odsprzęganie zasilania

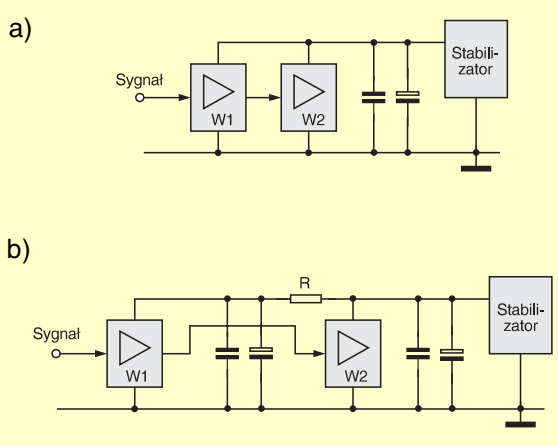
Jak ci wcześniej podałem, odsprzęganie zasilania jest konieczne praktycznie we wszystkich układach elektronicznych zawierających elementy wzmacniające. Bez prawidłowego odsprzężenia szyn zasilających układ może się wzbudzić lub będzie podatny na różne zakłócenia. Wiesz już, że do odsprzęgania szyn zasilających standardowo stosuje się równoległe połączenie "elektrolita" i ceramicznego "lizaczka".

Chcę ci jednak jeszcze bardziej przybliżyć ten temat. Nie przestrasz się, ale sprawa jest znacznie bardziej skomplikowana. Popatrz na **rysunek 16** - przecież wszystkie przewodzące ścieżki i przewody mają pewną indukcyjność. Dowiedziałeś się też, że w zakresie wysokich częstotliwości nawet kondensatory potrafią zachowywać się jak cewki. Jeśli nawet do odsprzęgania zastosujesz naprawdę bezindukcyjne kondensatory monolityczne typu "chip", to i tak musisz się liczyć, że ich pojemność z występującymi szkodliwymi indukcyjnościami stworzy jakieś *równoległe* obwody rezonansowe LC (przy omawianiu kondensatorów mówiliśmy o *szeregowych* obwodach LC).

Dla częstotliwości bliskich resonansu, impedancja równoległego obwodu LC jest duża, więc skuteczność odsprzęgania może być znikoma, wręcz żadna! No i co tu zrobić? Na szczęście takie obwody rezonansowe zawierają zawsze ja-



Rys. 16. Schemat zastępczy obwodów zasilania.



Rys. 17. Praktyczne obwody odsprzęgania napięcia zasilającego.

kieś (szkodliwe) rezystancje. Tym razem rezystancje te są naszym sojusznikiem, bowiem zmniejszają dobroć obwodów rezonansowych oraz ich impedancję. Mam nadzieję, że rozumiesz o co chodzi? Bardzo często okazuje się więc, iż takie łagodne rezonanse nie mają wpływu na pracę urządzenia. Dlatego też wersja z **rysunku 17b** jest lepsza niż z **rysunku 17a**. Szeregowy rezystor wpływa korzystnie na filtrację zarówno w zakresie małych, jak i wielkich częstotliwości.

Kondensatory odsprzęgające zasilanie powinny być umieszczane jak najbliżej odsprzęganych obwodów i półprzewodników. Prawdopodobieństwo samowzbudzenia układu zmontowanego na dużej powierzchni jest większe niż tego samego układu zmontowanego na małej powierzchni i objętości.

Trzeba też mieć świadomość, iż jeśli omawiane teraz częstotliwości rezonansu równoległego będą leżeć w zakresie setek megaherców lub jeszcze wyżej, to wtedy niebezpieczeństwo dla układów m.cz. nie jest aż takie duże.

Czy jednak mamy jakikolwiek wpływ na takie rezonanse? Tak! I to znaczny!

Czym krótsze ścieżki i wyprowadzenia, tym mniejsze indukcyjności, a więc większe częstotliwości rezonansowe. Przy większych częstotliwościach rezonanse są łagodniejsze wskutek rosnących strat i mniej groźne, bo leżą powyżej pasma przenoszenia elementów wzmacniających.

Najmniejszą indukcyjność, rzędu pojedynczych nanohenrów mają kondenatory ceramiczne typu “chip” - przeznaczone do montażu powierzchniowego oraz ceramiczne “lizaczki”, o ile tylko montowane są jak najbliżej płytki. Kondensatory foliowe z natury mają nieco większą indukcyjność - kilka...kilkanaście nanohenrów w zależności od wymiarów i konstrukcji zwijki.

W przypadku kondensatorów elektrolitycznych nie mówi się o indukcyjności doprowadzeń, bowiem z innych względów stosowane są one przy częstotliwościach rzędu co najwyżej setek kiloherców i indukcyjność doprowadzeń nie ma wtedy znaczenia.

Jeśli więc zaprojektujesz “półhektarową” płytkę drukowaną zawierającą szybkie tranzystory czy wzmacniacze operacyjne, a kondensatory odsprzęgające “przezornie” umieścisz tuż przy zasilaczu sieciowym, to nie dziw się, że układ może się wzbudzić, lub pojawią się inne kłopoty. Przyzwyczajaj się więc do możliwie małych płytek. Oczywiście, doświadczony konstruktor poradzi sobie w każdym przypadku, ale ty na razie przyjmij jako zasadę projektowanie możliwie małych, zwartych płytek z szerokimi ścieżkami i zawsze przemyśl rozmieszczenie kondensatorów odsprzęgających.

Obwody w.cz.

W obwodach sygnałowych w.cz. stosuje się zwykle kondensatory ceramiczne: w obwodach rezonansowych typu 1, a do blokowania prądów w.cz, sprzęgania stopni i filtrowania zasilania - ferroelektryczne, typu 2.

Praktycznie jedynie w tej dziedzinie stosuje się też kondensatory zmienne, w tym trymery powietrzne, ceramiczne, foliowe.

Warto też wspomnieć o pewnym problemie dotyczącym kondensatorów stosowanych w obwodach mocy - przepływające prądy w.cz. powodują wydzielanie się znacznej mocy strat na rezystancjach ESR.

Układy w.cz. to specyficzny zakres zastosowań, którego nie da się omówić w kilku zdaniach. Poza tym ja nie jestem specjalistą w tej dziedzinie.

Zainteresowanym mogę tylko polecić literaturę specjalistyczną, na przykład dobrą książkę Zdzisława Bieńkowskiego “Poradnik Ultrakrótkofalowca”.

Ogólnie rzecz biorąc, kwestia stabilności pojemności traci coraz bardziej znaczenie wskutek powszechnego stosowania układów cyfrowej syntezy częstotliwości oraz filtrów kwarcowych i ceramicznych z falą powierzchniową.

W obwodach sygnałowych wzmacniaczy wysokiej klasy unikaj w miarę możliwości kondensatorów ceramicznych ferroelektrycznych. W niskoszumnych przedwzmacniaczach nigdy nie stosuj zwykłych aluminiowych “elektrolitów”, a tylko kondensatory foliowe i tantalowe.

Wzmacniacze elektroakustyczne

Stosowane tu są praktycznie wszystkie typy kondensatorów: od malutkich “ceramików” typu 1 w obwodach kompensacji częstotliwości przez foliowe kondensatory blokujące i sprzęgające, aż do potężnych elektrolitów o pojemności dziesiątek tysięcy mikrofaradów. We wzmacniaczach końcowych dużej mocy rodzaj zastosowanych kondensatorów zwykle nie jest krytyczny.

Jednak w niskoszumnych przedwzmacniaczach nie można zaniedbać właściwości kondensatorów.

Pierwszy stopień przedwzmacniacza obowiązkowo powinien zawierać obwody dodatkowej filtracji napięcia zasilającego. Potrzebne one są zarówno ze względu na szumy, jak i dla zapobiegania samowzbudzeniu i przenikaniu zakłóceń z zasilacza sieciowego. Z zasady nie stosuje się tu zwykłych elektrolitów aluminiowych, a tylko tantalowe. Dobrze jest też dać mały, lokalny stabilizatorek, np. 78L15, 79L15 czy podobny.

Jak wiadomo, rezystancja zastępcza ESR, podobnie jak każda rezystancja, szumi “sama z siebie”. Dotyczy to przede wszystkim kondensatorów sprzęgających i filtrujących, umieszczonych w pierwszym stopniu przedwzmacniacza. Dlatego w urządzeniach najwyższej klasy w roli kondensatorów sprzęgających zamiast kondensatorów elektrolitycznych stosuje się często kondensatory foliowe: poliestrowe i polipropylenowe, i to nie pojedynczo, tylko po kilka sztuk połączonych równolegle dla uzyskania pojemności rzędu 10...50µF! Czy jest to konieczność, czy tylko szpan, mający wzbudzić podziw ewentualnego obserwatora? To bywa rozmaicie - aby się przekonać, należałoby policzyć jaki wpływ na szumy całkowite mają poszczególne elementy: źródło sygnału, rezystory, kondensatory i półprzewodniki. To jest jednak historia z zupełnie innej bajki. Zagadnienie walki z szumami jest zbyt szerokie, abym mógł ci je dogłębnie wyjaśnić w tym krótkim omówieniu. Jeśli cię to interesuje, napisz do mnie, wtedy w jednym z listów podam ci szereg dalszych szczegółów.

Ja w roli wejściowych kondensatorów sprzęgających, gdzie tylko się da, stosuję kondensatory foliowe o pojemności 470nF, 1µF lub 2x1µF, i to nie tyle ze względu na szumy, co raczej z lenistwa, dla własnej wygody. Nie muszę się potem martwić o biegunowość ewentualnie występujących stałych napięć polaryzujących.

W każdym razie unikaj stosowania zwykłych, aluminiowych elektrolitów w stopniach wejściowych niszkoszumnych przedwzmacniaczy. Jeśli możliwe,

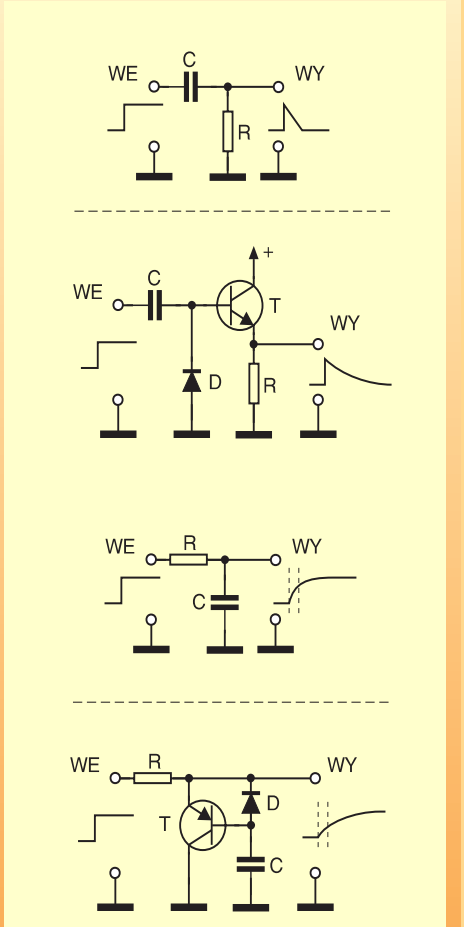
Zwiększanie stałej czasowej obwodu RC

Istnieje bardzo prosty sposób zwiększania stałej czasowej obwodu RC przez zastosowanie tranzystora.

Wypadkowa stała czasowa jest b-krotnie większa od iloczynu RC (gdzie b jest wzmocnieniem stałoprądowym tranzystora). Wydawałoby się, że jest to idealny sposób na pozbycie się zawodnych "elektrolitów" na przykład z obwodów czasowych prostych urządzeń alarmowych, gdzie potrzebne są czasy rzędu kilkudziesięciu i więcej sekund.

Sposób ten ma jednak pewną wadę i jest rzadko stosowany w układach wymagających dużej niezawodności. Mianowicie przy dużej wartości rezystancji R i dużym wzmocnieniu tranzystora, prąd bazy, czyli prąd ładowania kondensatora, może mieć wartość rzędu nanoamperów. Tymczasem tego rzędu wartość może mieć prąd upływu w zakurzonej i zabrudzonej płytce umieszczonej w urządzeniu pracującym bez przerwy kilka lat. Jeśli więc zastosujesz gdzieś takie rozwiązanie, musisz pomyśleć o skutecznym zabezpieczeniu płytki i elementów dobrym lakierem izolacyjnym lub nawet zalewą silikonową.

Jednak radzę ci raczej zastosowanie generatora i układu licznikowego, choćby wspomnianej już kostki CMOS 4541.



stosuj sprzężenie bezpośrednie - galwaniczne. Gdy potrzeba, wykorzystaj kondensatory foliowe i tantalowe. W urządzeniach wysokiej klasy ferroelektryczne ceramiki stosuj tylko w układach odsprzęgania zasilania. Starannie unikaj stosowania ich w obwodach sygnałowych. Wcześniej celowo pokazałem ci na rysunku 4, jak zmieniają się parametry tych kondensatorów pod wpływem choćby zmian napięcia - może to spowodować (uważaj!) pojawienie się dodatkowych zniekształceń nieliniowych. Tak! Ferroelektryczne ceramiki tak naprawdę nie są wcale elementami liniowymi, choć pewno się naczytałeś w książkach, że standardowe rezystory i kondensatory to elementy liniowe.

Generatory i filtry m.cz.

W układach tych zachodzi konieczność używania kondensatorów o pojemnościach w granicach 1nF...10µF. Jeśli wymagana jest duża stabilność, wtedy w zakresie do kilkudziesięciu...kilkuset nanofaradów najlepiej jest stosować kondensatory ceramiczne typ 1: NP0 (G0C) lub styrofleksowe, nawet gdy wymaganą pojemność trzeba złożyć z kilku mniejszych.

Dość dobrą alternatywą byłoby użycie kondensatorów poliwęglanowych (MKC), ale dla polskiego hobbysty mogą się one okazać zbyt trudne do zdobycia.

Dlatego w wielu przypadkach zastosujesz najpopularniejsze kondensatory poliestrowe (MKSE-20 lub MKT). Przy stosowaniu tych kondensatorów oprócz temperaturowych zmian pojemności (nieliniowych - patrz rysunek 10) musisz liczyć się z wpływem innych czynników, które mogą zmienić pojemność nawet o 1...3%.

Generalnie przy wszelkich kondensatorach musisz zwracać uwagę na warunki lutowania. Wiele kondensatorów może trwale zmienić swą pojemność o 0,2...2% wskutek podgrzania przy lutowaniu. Jak pamiętasz, takie same zjawisko zaobserwowaliśmy podczas badania rezystorów (EdW1/96). Nie należy więc przegrzewać kondensatorów, a w uzasadnionych przypadkach można montować krytyczne elementy na trochę dłuższych wyprowadzeniach.

Jeśli tylko masz możliwość dokładnego pomiaru pojemności, to proponuję ci przeprowadzenie szeregu prób w tym zakresie. Sam przekonaj się, na ile trzeba się tym przejmować, a na ile nie warto zawracać sobie głowy. Weź więc kilka różnych rodzajów kondensatorów i zmierz pojemność "dziewiczą" i potem sprawdź, jak zmienia się ona po kolejnym wlutowaniu i wylutowaniu elementu. Pewnie przekonasz się, że nie warto idealnie dokładnie dobierać pojemności na cyfrowym mostku, bo rozjedzie się ona po wlutowaniu w płytkę. Raczej należałoby przeprowadzać korektę częstotliwości generatora lub filtru RC (dolutować dodatkowe niewielkie kondensatory lub rezystory) po zmontowaniu i sprawdzeniu układu.

Na pewno masz świadomość, że od zwykłych aluminiowych elektrolitów nie można oczekiwać stabilności - zmiany pojemności z upływem czasu mogą znacznie przekroczyć 10%. Jedyne w miarę stabilne elektrolity to tantale, ale jeśli tylko masz dość miejsca, użyj raczej "baterii" kondensatorów MKSE (MKT) i zwiększaj współpracujące rezystancje. Masz tu do dyspozycji kondensatory MKSE-25 i stare MKSE-012 i -018, które co prawda są dość duże, ale mają pojemność aż do 10µF. Bez trudu dostaniesz też miniaturowe kondensatory MKSE-20 lub MKT o pojemności 1µF lub nawet 2,2µF.

Podsumowanie

Cykl artykułów o kondensatorach dobiegł do końca. Jeszcze raz cię zachęcam, żebyś w miarę możliwości przeprowadził zalecane pomiary kondensatorów i nabrał przekonania o stałości ich parametrów. Nie zapominaj o odsprzęganiu zasilania we wszystkich budowanych układach.

Zapisz sobie na widocznym miejscu najważniejsze informacje o kondensatorach lub zrób odbitkę ksero stron 54-55 z EdW 5/96.

Piotr Górecki

Historia elektroniki część 7

Wynalazek tranzystora z pewnością zapoczątkował nową erę w elektronice. Z początkiem lat 60-tych tranzystory były już powszechnie stosowane w wielu urządzeniach codziennego użytku i w przemyśle. Szybko rozpowszechniły się także przenośne radioodbiorniki tranzystorowe.

Wraz z ogromnym wzrostem produkcji tranzystorów ich ceny spadły do poziomu przysłowiowych paru groszy za sztukę. Szybko odebrały lampom elektronowym dotychczasową przewagę i zepchnęły je do zastosowań wyspecjalizowanych, zajmowanych przez kineskopy telewizyjne, lampy oscylograficzne, magnetrony, zwieraki nadawanie-odbiór, klistrony do radarów i nadajniki dużej mocy.

Zastosowania militarne

Jedną z głównych sił napędzających rozwój układów scalonych była potrzeba doskonalenia urządzeń wojskowych. Druga wojna światowa wykazała wysoką skuteczność militarnych systemów elektronicznych. Radar odnosił niezwykłe sukcesy, a urządzenia elektroniczne znalazły zastosowanie w wielu nowych dziedzinach techniki wojennej.

W miarę jak sprzęt elektroniczny stawał się coraz bardziej złożony i skomplikowany, mnożyły się trudności, a jego fizyczne rozmiary rosły. Było to szczególnie niekorzystne w zastosowaniach lotniczych, dla których rozmiary i waga, wobec ograniczonej nośności samolotów, miały decydujące znaczenie.

Drugą poważną wadą coraz bardziej złożonych urządzeń elektronicznych była ich malejąca niezawodność. Dochodziło do tego, że czas potrzebny na ich konserwację przewyższał czas eksploatacji. Dotyczyło to szczególnie komputerów lampowych.

Przy pomocy nowych technik konstrukcyjnych niektóre z tych trudności udawało się ograniczać, ale nie eliminować. Miniaturyzacja lamp elektronowych oraz technika obwodów drukowanych pozwoliły zmniejszyć wymiary urządzeń i poprawić ich niezawodność. Jednak rozmiary były ciągle zbyt duże, a niezawodność niezadowalająca.

W roku 1948 w Związku Radzieckim dokonano pierwszej eksplozji jądrowej. W połączeniu z rozwijającą się szybko techniką rakietową oznaczało to wielkie zagrożenie dla USA, realną możliwość radzieckiego ataku atomowego. Przy ówczesnym stanie techniki atak dawało się wykryć, gdy na obronę już było za późno. Potrzeba nowych metod wykrywania zagrożenia stała się więc nagląca. Metody takie wymagały bardzo złożonych systemów elektronicznych.

Tinkertoy

Zagrożenie bezpieczeństwa narodowego było jednym z powodów podjęcia przez rząd Stanów Zjednoczonych w roku 1951 projektu pod kryptonimem "Tinkertoy". W ramach tego przedsięwzięcia przystąpiono do rozwiązywania problemu rozmiarów i niezawodności sprzętu elektronicznego. Przebadano szereg rozwiązań, z których niejedno jest w użyciu do dzisiaj. Powstała wówczas technologia dwustronnych, a nawet wielowarstwowych, płytek drukowanych wraz z techniką wykonywania w nich metalizowanych otworów. Włączenie tranzystorów do tej technologii mogło wydawać się oczywiste, ale tranzystor był wtedy produktem zupełnie nowym i zawodnym.

Rodziły się wówczas nowe opracowania i pomysły. W Anglii dr G. Drummer z Royal Radar Establishment rzucił pomysł konstruowania układów półprzewodnikowych w jednolitych blokach i wyeliminowania łączących je zewnętrznych przewodów. Była to idea naów-

Kolekcja pierwszych tranzystorów germanowych.

czas przedwczesna, niemniej zadziwiająco dokładnie przepowiadała kierunek rozwoju układów scalonych.

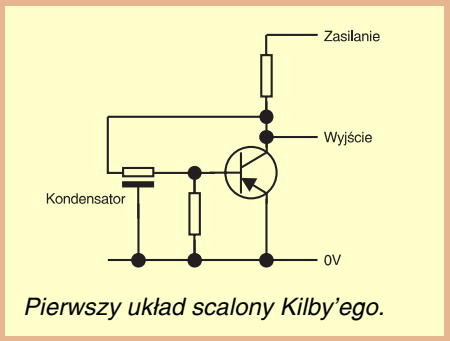
W rok później, w maju 1953, H. Johnson z Radio Corporation of America (RCA) zgłosił pierwszy patent na układ scalony. Zaproponował umieszczenie wszystkich składników oscylatora na jednej płytce krzemu. Sprecyzował on sposób wykonania wszystkich elementów, ale że pierwszy tranzystor złączowy p-n dopiero co powstał, nie było więc jeszcze technologii umożliwiającej wprowadzenie nowego rozwiązania w życie.

Miniaturyzacja

W roku 1957 tranzystory zaczęły się rozpowszechniać, a zakres ich zastosowań rósł szybko. Zaczęły przenikać nawet do sprzętu wojskowego, w którym tradycyjnie używano wypróbowanych i sprawdzonych technologii. Zauważmy z dumą, że w Polsce seryjną produkcję tranzystorów rozpoczęto już w 1958 roku w nowo powstałej fabryce półprzewodników "Tewa" w Warszawie.

Szybko stało się oczywiste, że zastosowanie tranzystorów może przynieść istotną poprawę niezawodności urządzeń i wydatnie zmniejszyć ich wymiary. Projekt Tinkertoy został więc uzupełniony o technologie półprzewodnikowe. Prace te zostały rozdzielone pomiędzy różne równolegle działające przedsiębiorstwa. Jednym z nich była firma Texas Instruments, która wyprodukowała pierwszy tranzystor krzemowy i jeden z pierwszych tranzystorów polowych. W rok po uruchomieniu projektu Tinkertoy w Texas Instruments rozpoczął pracę bardzo zdolny młody inżynier, Jack Kilby. Już na początku, pracując na własną rękę w czasie corocznej przerwy wakacyjnej, dokonał dużego postępu. Zaczął od wykonania kilku oscylatorów na jednej płytce germanowej. Układ był prosty, ale nadawał się do sprawdzania wykonalności technologii. Kilby przygotował następnie oscylator na płytce krzemowej i 12 września 1958 roku jego układ zaczął działać. Na rysunku przedstawiono szczegóły pierwszego układu scalonego Kilby'ego. Następnym krokiem było wykonanie partii tych układów dla sprawdzenia powtarzalności procesu. To także się powiodło i uzysk okazał się duży.

Ponieważ rząd USA podpisał szereg zbliżonych kontraktów z pewną liczbą firm, nie było dziwne, że ich wyniki prowadziły do podobnych konkluzji. Zatrudniony w Fairchild Robert Noyce doszedł do wniosku, że nie jest mądre produkowanie większej liczby tranzystorów na jednej płytce, aby ją potem pociąć na indywidualne tranzystory, łączone następnie ze sobą w układach. Zespół kierowany przez Noyce'a opracował w 1959 r. tzw. technologię planarną, której znamienitą cechą jest wytwarzanie w jednym litym krysztale krzemu wielu tranzystorów, łączonych następnie, zgodnie z określonym schematem, za pomocą ścieżek aluminiowych leżących na izolacyjnej warstwie SiO_2. Z uzupełniających się idei Kilby'ego i Noyce'a wywodzi się większość współczesnych technologii produkcji układów scalonych, trzeba więc ich obu uznać za wynalazców tych układów.



Pierwszy układ scalony Kilby'ego.

Przyspieszenie

Podobnie jak wiele innych rewolucyjnych wynalazków, układy scalone nie odniosły natychmiastowego sukcesu. Pomysł pobudził wprawdzie wyobraźnię wielu inżynierów i naukowców, ale wysokie koszty produkcji ograniczały użycie układów scalonych do bardzo małej liczby wyspecjalizowanych zastosowań. Pierwsze układy scalone ukazały się na rynku dopiero w roku 1961. Produkowały je tylko dwa przedsiębiorstwa, Texas Instruments i Fairchild, w cenie po 120 dolarów za sztukę, nic więc dziwnego, że ich zastosowanie nie było duże.

I wtedy, w roku 1961 prezydent Kennedy sformułował swoją wizję badań kosmicznych, oznajmiając że USA z końcem dekady wyślą człowieka na księżyc. Dla osiągnięcia tego celu potrzeba było wielkich funduszy na opracowanie niezbędnych nowych technologii.

Jedną z najważniejszych dziedzin wymagających przyspieszenia była elektronika. Rozmiary, ciężar i niezawodność urządzeń to były wymagania decydujące. Wobec tych perspektyw zaczęło się pojawiać coraz więcej układów scalonych, chociaż ich ceny ciągle były wysokie.

Postęp w tej dziedzinie początkowo nie był łatwy. Rezultatem napotykanych trudności były wysokie koszty produkcji. Głównym problemem był uzysk w produkcji. Dokładność wymagana przez stosowane technologie nie była w pełni osiągalna, skutkiem czego procentowy udział wybrakowanych układów był duży. Nawet w produkcji układów zawierających kilka dziesiątków elementów osiągano uzysk w granicach tylko 10%.

W latach 60-tych większość prac była zatem nakierowana na podwyższenie uzysku. Postęp dokonywał się przeważnie w USA dzięki wielkości środków finansowych przeznaczonych na badania kosmiczne. Jednakże w innych krajach prace także posuwały się naprzód, zwłaszcza w Europie.

W Japonii, która szybko stawała się światową potęgą ekonomiczną, wcześnie doceniono znaczenie technologii półprzewodnikowej. W większości dziedzin badawczych, od produkcji pierwszych tranzystorów do technologii układów scalonych, kraj ten był opóźniony jedynie o dwa lata w stosunku do USA. Pierwsze japońskie układy scalone, produkcji Nippon Electric Company (NEC), ukazały się na rynku w 1965. Pięciu największych japońskich producentów układów scalonych w roku 1975 zawarło wraz z rządem porozumienie o współpracy badawczej. Przyniosło ono ogromne zyski, doprowadzając niektóre z tych przedsiębiorstw na czoło listy największych producentów układów scalonych.

Nowe technologie

Początkowo we wszystkich technologiach układów scalonych stosowano technikę bipolarną. Bardzo szybko okazało się, że głównym czynnikiem ograniczającym rozmiary i złożoność układów scalonych jest wydzielanie się w nich ciepła. Przy dużej liczbie elementów mieszczących się na bardzo małej powierzchni, problemy cieplne były o wiele rzędów wielkości większe niż w układach złożonych z elementów dyskretnych. Początkowo skoncentrowano się na poszukiwaniu skuteczniejszych metod odprowadzania ciepła, ale osiągalne tą drogą możliwości szybko się wyczerpały. Było oczywiste, że zwiększenie gęstości upakowania układów scalonych wymaga bardziej zdecydowanych środków.

Rozwiązanie znalazło się w postaci nowej technologii tranzystorów. Wielkimi zaletami powstałych w 1963 tranzystorów polowych są: niemal zerowy prąd wejściowy bramki, bardzo mała oporność kanału w trakcie przewodzenia i bardzo duża w trakcie zablokowania. Tranzystor polowy okazał się więc idealny do układów cyfrowych, których pobór prądu można było dzięki niemu obniżyć o wiele rzędów wielkości.

W tej dziedzinie znowu przodował Texas Instruments, który pierwszy wprowadził na rynek układy MOS w roku 1966. Pierwszym układem tej technologii był przetwornik dwójkowo-dziesiątkowy, a wkrótce pojawiło się wiele następnych.

kp